EMANUEL KANT

HISTORIA NATURAL Y TEORÍA GENERAL DEL CIELO



HUNAB KU

PROYECTO BAKTUN

MANUEL KANT

HISTORIA NATURAL Y TEORIA GENERAL DEL CIELO



LAUTARO

MANUEL KANT

HISTORIA NATURAL Y TEORÍA GENERAL DEL CIELO

ENSAYO SOBRE LA CONSTITUCIÓN Y EL ORIGEN MECÁNICO DEL UNIVERSO, TRATADO DE ACUERDO A LOS PRINCIPIOS DE NEWTON

Con el estudio de Pedro S. Laplace

ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR

Nota preliminar de

MANUEL SADOSKY

LAUTARO
BUENOS AIRES

Título del original alemán:

ALLGEMEINE NATURGESCHICHTE UND THEORIE DES HIMMELS, ODER VERSUCH VON DER VERFASSUNG UND DEM MECHANISCHEN URSPRUNGE DER GANZEN WELTGEBÄUDER NACH NEWTON'SCHEN GRUNDSATZEN ABGEHANDELT.

Traducción de:

PEDRO MERTON

LIBRO DE EDICIÓN ARGENTINA

IMPRESO EN LA ARGENTINA — PRINTED IN ARGENTINE



ÍNDICE

Pág.

TERCERA PARTE

CUADROS NUMÉRICOS

NOTA PRELIMINAR

Las concepciones de Kant y Laplace sobre el origen del mundo constituyen mojones fundamentales en la serie de tentativas que a lo largo de la historia han hecho los hombres por descifrar uno de los mayores misterios del universo.

Dice elocuentemente Henri Poincaré:

"El problema del origen del mundo ha preocupado siempre a todos los hombres que reflexionan. Es imposible contemplar el espectáculo del Universo estrellado sin preguntarse cómo se ha formado; deberíamos esperar quizás, para buscar una solución, que hubiéramos reunido pacientemente los elementos, y que hubiéramos adquirido así alguna esperanza seria de encontrar esa solución. Pero si fuéramos razonables, sí fuéramos curiosos sin impaciencia, es probable que jamás hubiéramos creado la ciencia y que nos hubiéramos contentado siempre con vivir nuestra pequeña vida. Nuestro espíritu ha reclamado imperiosamente esta solución, mucho antes que ella estuviera madura y aún cuando no poseía sino vagos fulgores que le permitieran adivinarla más que alcanzarla. Por esto es que las hipótesis cosmogónicas son tan numerosas, tan variadas. .." [1].

Frutos de esta impaciente curiosidad son los trabajos de Kant y Laplace que aparecen integrando este volumen de los TRATADOS FUNDAMENTALES.

A pesar de lo difundido que se halla la expresión "hipótesis de Kant-Laplace" para referirse a la teoría de la formación de los

1. H. Poincaré: Leçons sur *les hypothéses cosmogoniques,* París, Ed. **Hermann, 1911,** prefacio.

cuerpos celestes a partir de una nebulosa primitiva, los trabajos originales de Kant y Laplace son muy poco conocidos y esta circunstancia nos ha movido a preparar esta edición.

No se nos oculta cuan profunda ha sido la transformación operada por la astronomía en los casi doscientos años transcurridos desde la aparición del trabajo de Kant — que fue editado por Joh. Fr. Petersen en 1755, *sin el nombre del autor* — y cuántas de las apreciaciones del ilustre filósofo han sido desestimadas o rectificadas. El propósito que nos ha impulsado a editar esta obra no es el de dar a conocer un tratado de cosmogonía, sino el de poner al lector en *contacto directo* con trabajos, que señalan fechas inolvidables en los anales del pensamiento.

Por encima de las apreciaciones parciales del trabajo de Kant, hay una circunstancia que le asigna un valor histórico: por primera vez un hombre munido del poderoso recurso que le proporcionaba la teoría de la gravitación de Newton, se propuso investigar cuál era la *historia* del universo, cuál su pasado y su probable porvenir.

Dice muy acertadamente Kant en el *Prefacio:*

"... deducir la formación de los mismos cuerpos siderales y el origen de sus movimientos desde el estado primitivo de la naturaleza por medio de las leyes de la mecánica, son concepciones que parecen estar muy por encima de las fuerzas de la razón humana".

Y esta empresa que "parece estar muy por encima de las fuerzas de la razón humana" aparejaba un peligro que también señala Kant a continuación:

". . .la religión amenaza con acusar solemnemente al osado que se atreviera a atribuir tales conclusiones a la sola naturaleza, en vez de reconocer debidamente la intervención inmediata del Ser Supremo, y adjudica a la impertinencia de tales consideraciones una apología del ateo".

Kant se decidió sin embargo a exponer su teoría, pero su libro de 1755 pasó relativamente desapercibido, incluso en su patria.

Mucho más éxito tuvo la hipótesis que cuarenta años después, enunció independientemente Laplace en su *Exposition du Systéme da Monde* (1796, pág. 301 y sig.) Gran geómetra, Laplace pudo imponer durante mucho tiempo sus concepciones a pesar de haberlas

presentado "con la desconfianza que debe inspirar todo lo que no es un resultado de la observación o del cálculo".

A Kant y Laplace corresponde, pues, el mérito de haber encarado en términos científicos un problema que ha preocupado desde tiempo inmemorial a la humanidad y si bien la crítica moderna — como luego veremos — ha superado, basándose en las adquisiciones de la ciencia, muchas de las formulaciones de estos sabios, ellas merecen ser conocidas, porque leyéndolas se tiene la impresión de asistir al parto de ideas fecundas ya definitivamente incorporadas al acervo cultural de la humanidad. Tal ocurre con la noción de *evolución* que impregna todo el contenido de estas obras de Kant y Laplace.

Después de que Copérnico hubo restituido al Sol y a la Tierra su verdadero lugar en el Universo, después de que Kepler descubriera *cómo se* mueven los planetas alrededor del Sol, y finalmente que Newton incluyera estas leyes en su gran ley de la atracción universal, parecía que se había logrado "aprisionar" a la Naturaleza en marcos rígidos y que los movimientos tan genialmente explicados habían sido siempre los mismos y lo seguirían siendo por los siglos de los siglos. La idea de la *invariabilidad absoluta de la naturaleza* es la característica fundamental de esa época.

"En contraste con la historia de la humanidad, que se desarrolla en el tiempo, se prescribió a la historia natural un desarrollo exclusivo en el espacio" [1].

"La primer brecha en esta concepción petrificada de la naturaleza fue abierta, no por un naturalista, sino por un filósofo. En 1755 apareció la *Historia Natural y Teoría General del Cielo,* de Kant. La cuestión del primer impulso quedaba eliminada; la tierra y todo el sistema solar se presentaban como algo que se fue formando en el transcurso del tiempo. Si la gran mayoría de los naturalistas hubiera tenido menos horror a pensar, ese horror que Newton expresa con la advertencia: "¡Física, ¡cuídate de la Metafísica!" habrían tenido que deducir de este genial descubrimiento de Kant con-

1 F. Engels: *Dialéctica de la Naturaleza,* (1870-80). Prefacio, trad. A. Bunge, Editorial Problemas, 1941, pág. 16.

clusiones que les habrían ahorrado extravíos interminables y un trabajo y tiempo inmensos desperdiciados en direcciones falsas. Porque en el descubrimiento de Kant estaba el punto de partida de todo progreso ulterior. Si la Tierra era algo que se había ido haciendo, entonces su actual estado biológico, geográfico y climatérico, sus plantas y animales tenían también que haber ido haciéndose. La Tierra tenía que tener una historia, no sólo en el espacio, de las cosas unas al lado de las otras, sino también en el tiempo, de las cosas unas después de otras. Si inmediatamente después de la publicación de Kant se hubieran proseguido decididamente las investigaciones en esa dirección, las ciencias naturales estarían hoy mucho más adelantadas de lo que están" [1].

Sin pretender reseñar las teorías cosmogónicas, mencionaremos algunas de ellas en relación con los trabajos de Kant y Laplace.

De las cosmogonías concebidas por los pueblos de Babilonia, Egipto, Palestina, Grecia, etc., ha perdurado la interpretación bíblica. El texto del *Génesis* explica que Dios creó los cielos y la tierra e hizo la luz el primer día, que separó los cielos, las aguas y las tierras y que la tierra produjo sus brotes el segundo y tercer días; que el cuarto día fueron creados los astros, particularmente el Sol y la Luna, etc.

Siendo considerada la Biblia un libro sagrado, la Iglesia persiguió implacablemente a quienes sostenían opiniones diferentes a las del *Génesis.*

Por eso es que cuando Copérnico (1473-1543) concibió su genial concepción del sistema del mundo, desplazando a la Tierra del centro del Universo y ubicando en su lugar al Sol, aplicando de este modo a la concepción bíblica su golpe más rudo, sólo se animó a difundir su teoría en un libro que apareció precisamente cuando el sabio se hallaba en su lecho de muerte. En ese año de 1543, empezaba a actuar el "Tribunal del Santo Oficio" que envió a la hoguera a Giordano Bruno (1548-1600) y que condenó el 25 de febrero de 1616 las teorías de Copérnico diciendo:

"Sostener que el Sol está colocado inmóvil en el centro del mundo, es una opinión absurda, falsa en filosofía y formalmente

1 *Idem,* pág. 19.

hereje, porque es expresamente contraria a las Escrituras; sostener que la tierra no está colocada en el centro del mundo, que no es inmóvil, que tiene, incluso, un movimiento de rotación, es también una proposición absurda, falsa en filosofía, no menos errónea en la fe" 1.

El mismo Tribunal del Santo Oficio condenó las ideas Copérnicas de Galileo obligándole a abjurar formalmente de sus teorías en 1633, como único medio de no concluir quemado en una plaza pública como Giordano Bruno [2].

Así se comprende porqué Kant aún en 1755 pone tanto énfasis en destacar la perfecta coincidencia entre su sistema y la religión, y quizá no sea muy desacertado pensar que la meliflua dedicatoria al "Serenísimo, poderosísimo Rey Federico de Prusia" hecha por su "devotísimo siervo" tiene por objeto protegerse de los eventuales ataques de los fanáticos que hubieran visto en la obra de Kant un ataque a la concepción bíblica del origen del mundo [3].

Interesa destacar un punto tratado por Kant en el prefacio, en el que dice:

"No negaré que la teoría de Lucrecio o de su predecesor, de Epicuro, Leucipo y Demócrito, tienen mucho parecido con la mía".

¿Cuál es la teoría de estos filósofos de la antigüedad? [4].

[1] Paul Labérenne: *El origen de los mundos,* trad, en castellano, Ed. Problemas, 1943, pág. 218.

[2] Véase la obra de Cortés Pla: *Galileo Galilei,* Ed. Espasa-Calpe, Buenos Aires, 1942.

8 Cuando el ministro Wöllner, en 1794, le escribió una carta a Kant criticando severamente su obra *La religión en los límites de la razón pura y* prohibiéndole escribir sobre esos temas, el filósofo aceptó la imposición ministerial, pero escribió la siguiente nota — hallada después de su muerte—: "Volver atrás y renegar la convicción es cosa despreciable; pero en el caso presente mi deber como subdito es callar. Porque si todo cuanto se dice debe ser verdad, no hay obligación de decir toda verdad públicamente".

* Reproducimos varios fragmentos de la *Historia de la Filosofía* del Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de la U. R. S. S. bajo la redacción de G. F. Alexandrov, B. E. Byjovsky, M. B. Mitin y P. F. Yudin, cuyo tomo I: *Filosofía de la Sociedad Antigua y Feudal,* está en prensa, traducido directamente del ruso por Luis Orsetti, Editorial Lautaro.

"En el Universo todo consiste, según la doctrina de Leucipo-Demócrito [1] en el vacío y en la materia que lo llena, o en los *átomos y* en el *vacío.* Los átomos no se forman y no se destruyen. Son eternos, invariables e indivisibles.

La tarea fundamental de la ciencia consistía para los atomistas en reducir, al reconocer el movimiento originalmente inherente a la materia, todos los fenómenos naturales al movimiento. Tal planteamiento del problema fue la más grande conquista del pensamiento materialista. Fue una penetración profunda en la naturaleza de las cosas."

"Según los testimonios de los autores antiguos se puede enunciar en la siguiente forma el origen del universo a partir del caos atómico:

"El universo es infinito; infinito es también el número de mundos que en él se encuentran. Formanse los mundos del modo siguiente: numerosos átomos, variados por su forma, desprendiéndose de lo ilimitado, flotan "en el gran vacío". Reuniéndose, forman un *torbellino.* En este torbellino giran, chocan el uno contra el otro, se unen y se separan. Así lo semejante va hacia lo semejante.

"De esta masa esférica sepárase algo semejante a una "membrana", la cual en forma de cielo se extiende sobre el mundo todo. Los corpúsculos más densos y pesados se reúnen en el medio y forman la tierra, que ocupa el centro de la creación.

"El sol es lo que se halla más lejos de la tierra, y la luna más próxima a ella. Y el sol y la luna flotan en círculos en torno de la tierra. Entre estos círculos se encuentran los círculos de los otros planetas. Todos los astros se inflaman y arden debido a la velocidad del movimiento.

"Demócrito expuso la tesis general: lo semejante es atraído por lo semejante. Sobre esta tesis se basa todo el cuadro del movimiento universal de los átomos, que adquiere la forma de un torbellino. En forma de un movimiento caótico visible de átomos se realiza la

[1] Los trabajos filosóficos y científicos de Leucipo y Demócrito se perdieron y sólo se conocen referencias de los mismos a través de los escritos de otros filósofos. Vivieron en el siglo V antes de Cristo.

El continuador de estos filósofos fue Epicuro (vivió entre los años 342 y 270 antes de Cristo). Sus obras tampoco llegaron hasta nosotros, conservándose sólo tres cartas que contienen la esencia de su doctrina. En tierras romanas siguió la filosofía de Epicuro, Tito Lucrecio Caro, quien escribió el célebre poema *De la naturaleza de las cosas.* Lucrecio vivió en Roma en el primer siglo antes de Cristo.

unión de los principios homogéneos basada en la atracción de lo semejante por lo semejante. Aquí se pone de manifiesto una presunción de ley de atracción universal".

Kant dice:

". . .los torbellinos que nacieron del difuso movimiento de los átomos, eran una parte principal en las doctrinas de Leucipo y Demócrito, y los encontraremos también en la nuestra".

¿Cuál es entonces la diferencia "con un sistema doctrinario que era en la antigüedad la verdadero teoría del ateísmo", según la expresión de Kant?

".. .queda una diferencia esencial — dice Kant — entre la antigua cosmogonía y la presente que permite deducir conclusiones totalmente contrarias.

"Los mencionados autores de las doctrinas del nacimiento mecánico del Universo deducían todo orden perceptible en él, sólo del azar que hizo que los átomos concordasen de manera tan feliz que formaron un todo bien ordenado".

¿Es correcta esta apreciación — por otra parte difundida hasta en nuestros días — del papel del azar o casualidad en las doctrinas de los antiguos atomistas? Siguiendo a la *Historia de la Filosofía* ya citada creemos que no:

"Según la doctrina de Demócrito la casualidad no existe en la naturaleza. Es una ficción de los hombres. "Los hombres del acaso forjaron un ídolo para utilizarlo como pretexto que ocultara su propia tontería" (Eusebio, *Preparation evangélica,* XIV, 275).

"Demócrito opone a los hombres que recurren al acaso los hombres del "sabio discernimiento". Considera que el acaso y la mente son dos fuerzas hostiles.

"De tal modo, la teoría atomística de la causalidad universal afirma la absoluta causalidad y excluye a la casualidad. Y sin embargo suele encontrarse en las fuentes frecuentemente expresiones sobre ella que son de un carácter directamente opuesto.

"Según Platón resulta que en Demócrito y su escuela por doquier está la casualidad: en el cielo, y en la tierra, en el reino animal y el vegetal.

"Las afirmaciones de los filósofos que dicen que la evolución de la naturaleza tiene en Demócrito carácter casual, no hacen vacilar sino que confirman el carácter determinista de su doctrina, puesto

que como casualidad estos filósofos entienden la negación de lo teleológico, de la fuerza racional que dirige la evolución de la naturaleza, la negación de la providencia.

"La negación de Demócrito de la casualidad se desprende de la esencia de toda la teoría atomística. El movimiento mecánico es la única forma del movimiento que ella conoce. Por eso también la causalidad tiene aquí carácter *mecánico.* La casualidad como forma especial de manifestación de la causalidad, no era conocida todavía por Demócrito. Demócrito al negar la casualidad borra la frontera entre la necesidad y la casualidad y rebaja de este modo la necesidad a la casualidad. Esto, sin embargo, no disminuye la importancia histórica de la doctrina de Demócrito sobre la causalidad. Esta doctrina fue la más grande conquista científica".

¿En qué consiste entonces la diferencia entre las concepciones de Kant-Laplace con las de Leucipo-Demócrito?

La diferencia reside en que mientras en los antiguos griegos esas concepciones eran intuiciones geniales, en los sabios modernos esas mismas intuiciones estaban elaboradas con los recursos que proporcionan las ciencias astronómicas y matemáticas. Ya no se trata de *presentir* una ley de atracción universal; Kant y Laplace podían utilizar el cálculo infinitesimal y la mecánica racional para explicar el movimiento de los cuerpos.

Ya en la época moderna, y anteriores a Kant (1724-1804) y Laplace (1749-1827) corresponde citar a Descartes (1596-1650), Newton (1642-1727) y Buffon (1707-1788).

"Descartes [1] ha razonado más como filósofo que como audaz hombre de ciencia. .. Admite una creación divina. Dios, al comienzo, habría creado de la nada una cierta cantidad de materia a la cual comunicó una cantidad determinada de movimiento. Esta materia que llena todo el espacio se mueve bajo la influencia del impulso inicial, según curvas cerradas; forma así torbellinos. En cada torbellino la materia termina por presentarse bajo tres formas: la materia más grosera (tercer elemento), constituye los planetas y los cometas; partes más finas, redondeadas por el frotamiento, forman

1 P. Labérenne, *op. cit.*, pág. 77-78.

los fluidos y los cielos en rotación perpetua (segundo elemento); en fin, las partes más finas, remanentes de las partículas más gruesas, permanecen en el centro de los torbellinos, formando las estrellas y el sol. Primitivamente habría habido un torbellino solar y un torbellino para cada planeta. Ciertas irregularidades habrían llevado a los torbellinos planetarios a fijarse en el sistema solar. Los satélites provendrían de la misma manera de pequeños torbellinos captados por los torbellinos planetarios. En fin, los cometas, muy pesados, errarían de torbellino en torbellino".

Con materia y movimiento Descartes construye un mundo; Kant es aún más ambicioso:

"Dadme sólo la materia y os construiré con ella un mundo". considerando que el movimiento es una consecuencia natural de las propiedades de la materia.

Newton por su parte dejó de lado por completo los torbellinos de Descartes [1], a los cuales condenó al final de los *Principios matemáticos de la filosofía natural.* Allí Newton después de destacar que los seis planetas principales hacen sus revoluciones alrededor del Sol, están aproximadamente en el mismo plano y sus movimientos tienen la misma dirección, cosa que también ocurre con los diez satélites de esos cuerpos, agrega:

"Todos estos movimientos tan regulares no tienen causas mecánicas puesto que los cometas se mueven en órbitas muy excéntricas y en todas las partes del cielo.

"Esta admirable disposición del Sol, los planetas y los cometas no puede ser más que la obra de un Ser omnipotente e inteligente".

Es contra estos conceptos de Newton que se pronuncian Kant y Laplace:

1. Voltaire, introductor en Francia de las teorías de Newton, llamaba a este "el destructor del sistema cartesiano" agregando: "El sobrino del caballero Newton, Conduit, me ha asegurado que su tío había leído a Descartes a los veinte años, y que hizo anotaciones en los márgenes de las primeras páginas, y que sólo ponía una nota, a menudo repetida: error, pero después de escribir Por todas partes: error, tiró el libro y no lo volvió a leer más" *(Oeuvres com-Plttt»* de Voltaire, tomo 23, ed. Hachette, París, 1869). H. Faye en su libro *Sur l' Origine du Monde,* ed. Ganthire-Villars, París, 1866. protesta enérgicamente contra estas afirmaciones de Voltaire, exaltando el valor filosófico de la concepción de Descartes.

Kant dice:

"Newton no podía admitir ninguna causa material que se extendiera por el espacio de la estructura planetaria y mantuviera **la** comunidad de los movimientos. El pretendía que la mano de Dios había establecido directamente este orden, sin aplicar las fuerzas de la naturaleza".

"En las actuales condiciones del espacio en el cual giran los cuerpos de todo el mundo planetario, no existe ninguna causa material que podría desviar o dirigir sus movimientos. Este espacio es completamente vacío, o por lo menos, en condiciones equivalentes al vacío. Por consiguiente, *debe haberse encontrado alguna vez en otras condiciones*[1], es decir, lleno de la suficiente cantidad de materia potente para trasmitir el movimiento a todos los cuerpos siderales que se hallaban en él, y para hacerlo concordar con su propio movimiento, lo que significa establecer la concordancia de movimientos de todos ellos".

Y Laplace dice:

".. .tantas especies animales extinguidas de las cuales el señor Cuvier ha sabido reconocer con rara sagacidad, la organización, en las numerosas osamentas fósiles que ha descrito, ¿no indican en la naturaleza una tendencia a cambiar las cosas aún las más fijas?

"El tamaño y la importancia del Sistema Solar no debe en modo alguno hacerlo exceptuar de esta ley general; pues ellos son relativos a nuestra pequeñez y este sistema, por vasto que nos parezca, no es más que un punto insensible en el universo. Recorramos la historia de los progresos del espíritu humano y de sus errores; veremos allí a las causas finales retroceder constantemente hacia los límites de sus conocimientos. Estas causas que Newton transporta a los límites del Sistema solar, eran en su propio tiempo, colocadas en la atmósfera, para explicar los meteoros; no son, pues, para el filósofo sino la expresión de la ignorancia donde nos encontramos acerca de las verdaderas causas"[2].

[1] Subrayado por nosotros. M. S.

[2] Laplace: *Exposition da Systétne du Monde,* sexta edición, 1835, pág. 447-8.

Aunque bastante popularizada, cabe recordar la anécdota según la cual al decirle el primer Cónsul Napoleón Bonaparte a Laplace después de la lectura de esta obra: "Newton ha hablado de Dios en su libro. Yo he visto ya el vuestro y no he encontrado esa palabra ni una sola vez", el sabio le contestó: "Ciudadano Primer Cónsul, yo no he tenido necesidad de esa hipótesis".

También Buffon advirtió (1749) la notable identidad de los movimientos de los planetas y

"queriendo abstenerse de recurrir, en la explicación de los fenómenos, a las causas que están fuera de la naturaleza" concibió el nacimiento de los planetas y de sus satélites del Sol, al cual le fue arrancado por un cometa mediante un choque oblicuo, la cantidad de materia necesaria para su formación" [1].

Laplace analiza esta hipótesis de Buffon y muestra sus debilidades, intentando a partir de esta crítica "elevarse hasta las verdaderas causas" de los fenómenos celestes.

El trabajo de Kant consta de tres partes. En la primera trata de la constitución del mundo estelar, y en particular de la Vía Láctea; en la segunda presenta su hipótesis sobre el origen del mundo y en la tercera esboza un estudio de las características que deberían tener los eventuales habitantes de los distintos planetas.

La primera parte no contiene concepciones originales de Kant. Sobre la base del libro de Wrigth de Durham: *An original Theory of the Universe,* editado en Londres en 1750, explica como las estrellas fijas no constituyen "un hormiguero desordenado y dispersado sin finalidad" sino que se hallan estructuradas en un plano, análogamente a lo que sucede con los planetas del Sistema Solar. También supone en esta parte Kant, como muy verosímil, que después de Saturno existan otros planetas[2].

[1] C. Wolf: Les *hypothéses cosmogoniques. Examen des théories scientifiques modernes sur /' origine des mondes, suivi de la traduction de la théorie du ciel de Kant.* Ed. Gauthier-Villars, París, 1886, pág.6.

[2] En esa época sólo se conocían los mismos seis planetas ya observados desde la antigüedad. Si bien se considera como día inicial de la astronomía telescópica el 7 de enero de 1610, fecha en que Galileo miró al cielo con el telescopio que él mismo había construido, fue recién en 1781 que William Herschel descubrió Urano, habiendo sido Le Verrier (en 1846) el que indicó en base a notables cálculos cual debía ser la ubicación de Neptuno, el planeta hasta entonces no observado, y el último de los hasta ahora conocidos: Plutón rué descubierto recién en 1930. Respecto a los satélites sólo se conocían cuatro de los nueve satélites de Júpiter y cinco de los diez satélites de Saturno. No se conocían aún los dos satélites de Marte (1877) y por supuesto los cuatro de

Lo que interesa en la obra de Kant es la segunda parte. Enuncia en el primer capítulo la siguiente afirmación:

"Supongamos que todas las materias de las cuales están formadas las esferas pertenecientes a nuestro mundo solar, todos los planetas y cometas, se hallaban al comienzo de todas las cosas, disueltas en sus elementos primitivos y llenaban en esta forma todo el espacio del edificio mundial dentro del cual giran ahora esos cuerpos. Este estado de la naturaleza, aún considerándolo por si solo y sin miras a determinado sistema, parece ser el más sencillo que puede seguir a la nada... La composición de los cuerpos siderales... es un estado de cosas posterior".

Y más adelante agrega:

"En un espacio lleno de esta manera, el reposo general no dura más de un instante".

Esta afirmación es contraria, evidentemente, a las leyes de la mecánica. Un sistema en reposo no puede ponerse en movimiento si no hay una causa que lo impulse a ello.

El desarrollo posterior de la hipótesis es bastante coherente. En el curso de su trabajo Kant tuvo concepciones que aún admiran: así por ejemplo su hipótesis de la constitución por los mismos elementos del Sol y de los planetas y sobre todo su notable teoría sobre el anillo de Saturno (Cap. V.).

Kant comprende cuales son las debilidades de su teoría y por eso dice al final del capítulo IV:

"Confieso francamente que esta parte de mi sistema que se refiere a la posición de los ejes planetarios, es todavía imperfecta y dista mucho de ser sometida al cálculo geométrico. He preferido ma-

Urano (1787, 1851) y el de Neptuno (1846) (V. por ej. P. Humbert: *De Mercure à Pluton,* Ed. A. Michel, París, 1937).

Precisamente los escasos conocimientos astronómicos de la época han favorecido los diversos errores que presentan los trabajos de Kant y Laplace. Particularmente el desconocimiento de que el movimiento de algunos de los satélites de Júpiter y Urano tenía un sentido opuesto al de los planetas, facilitó que generalizaran con excesiva audacia algunas ideas insuficientemente fundamentadas.

Para evitar el hacer notas en cada caso, hemos insertado al final de este volumen dos cuadros numéricos que contienen los principales datos referentes al Sistema Solar. Bastará confrontar las aserciones de Kant sobre la densidad, masa, distancia, etc., de los planetas con los datos de los cuadros para verificar su error o su veracidad.

nifestarlo sinceramente en vez de retacear el valor del resto de la teoría con diversos argumentos ficticios, y de crearle un lado vulnerable".

En la tercera parte, Kant deja volar su imaginación y diseña las características de los hombres que podrían vivir en los diversos planetas. Ya al final del capítulo V, después de hablar del anillo de Saturno, llevado por su imaginación, habla de un anillo que podía haber existido alrededor de la tierra y cree ver en la ruptura de ese anillo la causa del diluvio bíblico.

Laplace también parte en su hipótesis de una nebulosa, pero que tiene propiedades diferentes de las de Kant.

"Kant supone explícitamente que la materia primitiva del Sol parte del reposo. ¿Por qué Kant no ha supuesto como lo hizo luego Laplace una rotación inicial? Es que Laplace se limitaba a considerar la nebulosa de donde ha salido el Sol, mientras que Kant ha querido tratar de explicar la formación de toda la Vía Láctea. Quizás Kant también ha encontrado más filosófico no suponer un movimiento inicial. Desgraciadamente sus afirmaciones están a menudo en contradicción con los principios de la mecánica" [1].

En pocas páginas Laplace explica la generación de los planetas a partir de la nebulosa *ya en movimiento,* y la formación de los satélites. Prácticamente todos los fenómenos conocidos en su época resultan explicados con la teoría de Laplace, pero los sucesivos descubrimientos exigieron que se hicieran modificaciones y complementos a las ideas primitivas. Los trabajos de Maxwell, Roche y Darwin, particularmente de éste último con su teoría de las mareas, complementaron la hipótesis de Laplace.

Pero la última gran teoría cosmogónica es la de Jeans [2] quien comenzó por *realizar* una crítica de la teoría de Laplace. Hizo notar

1. H. Poincaré, op. cit.

2. James H. Jeans presentó su teoría en una memoria consagrada con el **premio** Adams de 1917. El trabajo integra el volumen *Problems of Cosmogony and Stellar Dynamics,* Cambridge, 1919, cuyo capítulo XII se titula: *Origen y*

que si el Sol primitivo hubiera adquirido la velocidad supuesta por Laplace, hubiera estallado y no hubiera abandonado los anillos de vapor, destacando también que conociendo el estado actual de las velocidades de los cuerpos celestes no puede concebirse que alguna vez hayan podido tener velocidades tan grandes como lo supone la hipótesis.

Jeans entonces concibió el problema en el orden de todo el universo, utilizando las ideas de Laplace para explicar como las estrellas se han originado a partir de las nebulosas espirales. El sistema planetario se habría originado a partir de una estrella que en lugar de seguir la evolución más corriente:

caos —> nebulosa —> estrella —> sistema binario—> subsistema

fue perturbada en este proceso por la aproximación de otra estrella, que logró arrancarle un "huso" de materia gaseosa que debió girar alrededor del Sol, mientras la estrella perturbadora continuaba su curso.

En esta teoría, en la cual se reconocen ciertas analogías con la expuesta por Buffon, se hace un uso sistemático de las mareas gigantescas consideradas por G. H. Darwin. La teoría de Jeans es la que actualmente permite una explicación más verosimil sobre el origen del mundo.

La traducción de la obra de Kant fue hecha por P. Merton en base a la edición alemana de M'einer, Leipzig. Hemos confrontado la traducción con la edición francesa que figura en el ya citado libro de C. Wolf. No se nos oculta que hubiéramos podido simplificar muchos fragmentos de Kant utilizando una nomenclatura moderna, pero hemos preferido dejar el texto en castellano en la forma más apegada posible al original. Pensamos que este libro tiene fundamentalmente un valor histórico, por lo cual debe respetarse escrupulosamente el pensamiento y la expresión del autor.

evolución del sistema solar. Una exposición accesible de esta teoría, sin hacer uso de las notaciones matemáticas, puede encontrarse en la obra de Jeans: *The Universe around us,* MacMillan, 1929, especialmente el cap. IV.

Expresiones como: mundiales y universales, lunas y satélites que Kant usa indistintamente, las hemos conservado en cada caso.

La traducción del fragmento de Laplace la he hecho de acuerdo a la sexta edición de su obra *Exposition du Systéme da Monde.*

Para una y otra obra, volvemos a advertir que será útil al lector la comparación de las afirmaciones del texto con los datos de los cuadros que hemos insertado al final del volumen confeccionados de acuerdo a los datos más fidedignos que se poseen en la actualidad.

MANUEL SADOSKY.

AL SERENÍSIMO, PODEROSÍSIMO REY Y SEÑOR,
SEÑOR FEDERICO REY DE PRUSIA, MARGRAVE
DE BRANDENBURGO, GRAN CHAMBELÁN Y
ELECTOR DEL SANTO IMPERIO ROMANO, SO-
BERANO Y SUPREMO DUQUE DE SILESIA, ETC.,
MI SERENÍSIMO REY Y SEÑOR.

Serenísimo, Poderosísimo Rey, Graciosısimo Rey y Señor:

El sentimiento de mi propia indignidad y el esplendor del trono, no pueden desanimar mi cortedad en el grado en que la clemencia que el más gracioso monarca extiende sobre todos sus subditos con la misma magnanimidad, me inspira la esperanza de que la osadía a que me animo, no sea mirada con ojos carentes de clemencia. Con muy sumisa devoción, pongo aquí, a los pies de Vuestra Real Majestad, una de las más indignas pruebas de aquella diligencia a que Vuestras Academias son incitadas por el aliciente y la protección de su ilustrado Soberano para emulación de otras naciones en las ciencias. Cuán feliz sería si el presente ensayo lograra atraer el supremo beneplácito de su monarca a los esfuerzos con que el más humilde y devoto subdito trabaja, incesantemente, para hacerse de alguna manera útil a su patria.

Me muero en profundísima devoción.

De Vuestra Real Majestad

devotísimo siervo

EL AUTOR.

Königsberg, 14 de marzo de 1755.

PREFACIO

He elegido un tema que tanto por su dificultad intrínseca como también por lo relativo a la religión puede despertar desde un principio prejuicios desventajosos en un gran sector de los lectores. Descubrir lo sistemático que une entre sí las grandes articulaciones de la creación en toda la extensión de lo infinito, y deducir la formación de los mismos cuerpos siderales y el origen de sus movimientos desde el estado primitivo de la naturaleza por medio de las leyes de la mecánica, son concepciones que parecen estar muy por encima de las fuerzas de la razón humana. Por otra parte, la religión amenaza con acusar solemnemente al osado que se atreviera a atribuir tales conclusiones a la sola naturaleza, en vez de reconocer debidamente la intervención inmediata del Ser Supremo, y adjudica a la impertinencia de tales consideraciones una apología del ateo. Bien veo todas estas dificultades y no me amedrento. Percibo toda la fuerza de los obstáculos que se oponen, y no me desanimo. Basado sobre una ínfima presunción, me he lanzado a una peligrosa travesía, y ya distingo los promontorios de nuevos países. Los que se animarán a proseguir la investigación, pondrán pie en ellos y tendrán satisfacción de conferirles su nombre.

No me he afirmado en el plan de esta empresa hasta sentirme seguro con respecto a los deberes de la religión. Mi empeño se ha duplicado a cada paso, cuando vi dispersarse las nieblas que en su oscuridad parecían ocultar monstruos, pero que al disiparse hicieron aparecer con el máximo esplendor la majestuosidad del Ser Supremo. Sabiendo irreprochables estos esfuerzos, quiero indicar fielente lo que pueden encontrar de chocante en mi plan los espíritus bien intencionados, pero débiles, y estoy dispuesto a someterlo a la

severidad del areópago ortodoxo con la franqueza característica de la probidad de pensar. El abogado de la fe puede pues aducir pri mero sus argumentos.

Si la estructura del Universo con todo su orden y belleza no es más que una consecuencia de la materia abandonada a sus leyes generales de movimiento, y si la ciega mecánica de las fuerzas naturales sabe desarrollarse tan magníficamente desde el caos y llega a tal perfección por su propia fuerza, entonces la demostración de la existencia del Autor Divino derivada del bello espectáculo del universo, pierde toda su fuerza, la naturaleza se vuelve autónoma, el gobierno divino es innecesario. Epicuro renace en pleno cristianismo y una filosofía profana pisotea la fe que le brinda una clara luz para iluminarla.

Si encontrase justificada esta recriminación, la convicción que tengo de la infalibilidad de las verdades divinas tendría tanta fuerza sobre mí que consideraría refutado por ellas todo lo que está en contradicción con ellas y lo rechazaría. Mas, precisamente, la coincidencia que encuentro entre mi sistema y la religión eleva mi confianza frente a todas las dificutades al grado de una impertérrita serenidad.

Reconozco todo el valor de aquellas pruebas que de la belleza y del perfecto ordenamiento de la estructura universal se deducen, para confirmar la existencia de un Autor de máxima sabiduría. Quien no se cierra aviesamente a toda persuasión tiene que rendirse ante argumentos tan irrefutables. Mas yo afirmo que al servirse de estos argumentos en forma inadecuada, los defensores de la religión eternizan la disputa con los naturalistas, ofreciéndoles sin necesidad un lado débil.

Acostumbramos a observar y destacar en la naturaleza las armonías, la belleza, los fines y una proporción perfecta de los medios con relación a éstos. Pero al enaltecer la naturaleza por este lado, se trata por el otro de rebajarla. Carece, dícese, de esta afinación, y abandonándola a sus leyes generales no produciría otra cosa que desorden. Las armonías demostrarían una mano extraña que ha sabido someter a un plan sabiamente ordenado una materia carente de toda regula ridad. Mas yo replico: si las leyes generales de acción de la materia

se derivan también del supremo designio, es de suponer que no pueden tener otro destino que el de tratar de cumplir el plan que se ha propuesto la suprema sabiduría, o de no ser así, ¿no estaríamos tentados en creer que por lo menos la materia y sus leyes generales serían independientes y que el muy sabio poder que ha sabido utilizarlas tan gloriosamente, sería grande, pero no ilimitado, poderoso, pero no universal?

El abogado de la religión se muestra preocupado de que aquellas armonías explicables por una tendencia natural de la materia demostrarían la independencia de la naturaleza de la previsión divina. Confiesa con no poca claridad que descubriéndose causas naturales de todo el orden de la estructura universal, capaces de lograrlo por medio de las propiedades más generales y esenciales de la materia, resultaría innecesario invocar un gobierno supremo. El naturalista, halla su cuenta en no discutir esta premisa. Pero descubre ejemplos que demuestran en resultados perfectos la fecundidad de las leyes generales de la naturaleza, y consigue así poner en peligro al ortodoxo por las mismas pruebas que en las manos de éste podrían transformarse en armas invencibles. Daré ejemplos: numerosas veces se ha aducido ya como una de las pruebas más evidentes de una benévola previsión en bien del hombre, que en la zona más tórrida de la tierra los vientos marinos soplan sobre la tierra y la deleitan precisamente en los momentos en que el calor hace más necesaria su influencia refrescante. Por ejemplo, en la isla de Jamaica, apenas el sol ha subido tan alto que proyecta el calor más agudo sobre la tierra, poco después de las nueve de la mañana, empieza a levantarse desde el mar un viento que sopla desde todos lados sobre la tierra; su fuerza aumenta a medida que aumenta la altura del sol. A la una de la tarde, cuando naturalmente el calor es más fuerte, el viento es más violento y decrece con la declinación del sol paulatinamente de tal manera que hacia la noche reina la misma calma que al amanecer. Sin esta feliz institución, la isla sería inhabitable. El mismo beneficio lo gozan todas las costas de los países situados en la zona tórrida. A ellas también les hace mayor falta, puesto que siendo las zonas más bajas de la tierra árida, sufren el mayor calor, pues los sitios más elevados de tierra

adentro que no alcanza aquel viento marino, tampoco lo necesitan tanto, puesto que su mayor elevación los ubica en una zona de aire más fresco.¿No es todo ello hermoso, no son fines aparentes que han sido obtenidos por medios sabiamente aplicados? Mas para fun damentar su contraposición, el naturalista debe encontrar las causas naturales de ello en las condiciones del aire sin que le sea permitido suponer en ello intervenciones especiales. Con razón observa que estos aires marinos deben moverse en esta forma periódica, aun cuando ningún ser humano viviese en esta isla, por su sola calidad de elasticidad y peso que los hacen imprescindibles para el cre cimiento de las plantas. El calor del sol rompe el equilibrio del aire al enrarecer el que está encima de la tierra, y al obligar al aire más fresco del mar a desplazarlo y ocupar su lugar.

¡Cuántos beneficios brindan los vientos al globo, y cuánto uso saca de ellos la sagacidad del hombre! Y sin embargo, para producirlos no hacían falta otras disposiciones que la misma calidad general de aire y calor que aun prescindiendo de aquellas finalidades tenían que hallarse en la tierra.

Cuando admitas, objeta el incrédulo, que pudiendo deducir instituciones tendientes a fines útiles de las leyes naturales más ge nerales y sencillas, no se precisa además un gobierno de suprema sabiduría: ved entonces pruebas que os sorprenderán precisamente en lo que confeséis. La naturaleza entera, principalmente la inorgánica, está llena de pruebas que revelan que la materia autónoma posee por la mecánica de sus fuerzas cierta justeza en sus consecuencias y satisface espontáneamente las reglas del decoro. Cuando un creyente, para salvar la buena causa de la religión, quiere negar esta facultad de las leyes generales de la naturaleza, se pondrá a sí mismo en apuros, dando por su mala defensa al no creyente un motivo de triunfo.

Mas veamos cómo estos argumentos, considerados peligrosos en manos de los adversarios, son más bien armas poderosas para refutarlos. Rigiéndose según sus leyes más generales, la materia produce por medio de su actitud natural o, para decirlo así, de una ciega mecánica, consecuencias decorosas que parecen ser el designio de una suprema sabiduría. El aire, el agua y el calor, considerados

como obrando por sí solos, producen vientos y nubes, lluvias y ríos que humedecen los países, y todas las demás consecuencias sin las cuales la naturaleza tendría que permanecer triste, yerma y estéril. Pero estas consecuencias no las producen ocasionalmente o al azar, de modo que también podrían tener un resultado desfavorable, sino se ve que por sus leyes naturales están obligados a no obrar de otra manera que la indicada. ¿Qué ha de pensarse de esta coincidencia? ¿Cómo sería posible que cosas de diferentes naturaleza, reunidas entre sí, traten de producir coincidencias y hermosuras tan excelentes, y hasta en favor de objetos que se hallan en cierto sentido fuera de la órbita de la materia muerta, es decir de hombres y animales, si ellas no reconociesen un origen común, a saber una razón infinita en la cual se hallan proyectadas en su muta relación las propiedades esenciales de todas las cosas? Si sus naturalezas fuesen necesarias para su propia e independiente existencia, ¿no sería una sorprendente contingencia, o más bien una imposibilidad, que concordasen en sus tendencias naturales de una manera tan exacta como hubiera podido reuniríás una elección deliberada y prudente?

Y ahora aplico con confianza estos principios a mi presente empresa. Presumo la dispersión total de la materia del Universo y hago de ella un caos completo. Veo formarse la materia de acuerdo a las leyes definidas de la atracción *y modificarse su movimiento por la* repulsión. *Me deleito en ver producirse, sin ayuda de ficciones arbitrarias, y ocasionado por las definidas leyes de movimiento, un todo bien ordenado que* se *asemeja tanto al sistema universal que vemos ante nuestros ojos, que no puedo abstenerme a considerarlo el mismo. Este inesperado desenvolvimiento del orden natural en gran escala se me hace en un principio sospechoso, ya que sobre base tan modesta y sencilla funda una exactitud tan complicada. Finalmente, de susodicha consideración me entero de que tal desenvolvimiento de la naturaleza no es algo inaudito en ella, sino que su tendencia esencial la trae necesariamente consigo y que ello es el testimonio más glorioso de su dependencia de aquel ser primordial que encierra en sí hasta la fuente de los seres mismos y de sus primeras leyes de acción. Esta inteligencia duplica mi confianza en el proyecto que me he propuesto. La seguridad aumenta a cada*

paso que prosigo hacia adelante, y mi timidez se acaba por completo.

Pero la defensa de tu sistema, se dirá, es al mismo tiempo la apología de las opiniones de Epicuro que son los que más se le parecen. No quiero negar por completo toda coincidencia con aquél. Por el espejismo de tales argumentos, muchos se han convertido en ateos, que con sólo considerarlos mejor, hubieran podido convencerse ficazmente de la segura existencia del Ser Supremo. Las conclusiones que una inteligencia trastocada deduce de principios irreprochables, son a veces muy reprochables. Así lo fueron también las conclusiones de Epicuro, no obstante llevar su concepción la señal de un gran espíritu.

No negaré pues, que la teoría de Lucrecio o de sus predecesores, Epicuro, Leucipo y Demócrito, tiene mucho parecido con la mía. Yo, igual que aquellos filósofos, admito el estado primitivo de la naturaleza dentro de la dispersión general de la materia inicial de todos los cuerpos siderales o de los átomos, como los llaman ellos. Epicuro suponía una gravedad que impulsa aquellas partículas ele" mentales a caer, y ello no parece ser muy distinto de la atracción newtoniana que yo presupongo. Les dió también cierta desviación del movimiento rectilíneo de la caída, aunque con respecto a sus causas y consecuencias tenía fantasías incongruentes, pero esta desviación coincide aproximadamente con la alteración de la caída ver" tical tal como la deducimos de la fuerza repulsiva de las partículas. Finalmente, los torbellinos que nacieron del difuso movimiento de los átomos, eran una parte principal en las doctrinas de Leucipo y Demócrito, y los encontraremos también en la nuestra. Tanto parentesco con un sistema doctrinario que era en la antigüedad la verdadera teoría del ateísmo, no consigue sin embargo atraer al mío hacia la comunidad de sus errores. Hasta en las opiniones más absurdas que entre los hombres han conseguido aplauso, se notará siempre algo de verdad. Un principio falso o un par de silogismos mal pensados conducen al hombre de la senda de la verdad por desvíos imperceptibles hacia el abismo. Pese a las similitudes mencionadas queda una diferencia esencial entre la antigua cosmogonía

y la presente que permite deducir conclusiones totalmente contrarias.

Los mencionados autores de las doctrinas del nacimiento mecánico del Universo deducían todo orden perceptible en él, sólo del azar que hizo que los átomos concordasen de manera tan feliz que formaron un todo bien ordenado. Epicuro llegó a la audacia de afirmar que los átomos se desvían de su movimiento rectilíneo sin otro motivo que el de poder encontrarse. Todos ellos llevaron la incongruencia al extremo de atribuir el origen de todos los seres animados precisamente a este accidental encuentro, deduciendo la razón efectivamente de la irracionalidad. En mi doctrina, en cambio, encuentro la materia atada a ciertas leyes necesarias. En su total disolución y dispersión, veo empezar el desenvolvimiento perfectamente natural de un todo hermoso y ordenado. Esto no ocurre por una casualidad u ocasionalmente, sino se observa que calidades naturales conducen necesariamente a ello. ¿No nos sentimos movidos a preguntar por qué la materia debía tener leyes que precisamente tienden al orden y el decoro? ¿Era posible que muchos elementos, cada uno provisto de su propia naturaleza independiente de los demás, debían por sí solos disponerse mutuamente de tal manera que saliese un todo bien ordenado, y si lo hacen, no es ello una prueba irrefutable de la comunidad de su primer origen que debe ser una inteligencia omnipotente en la cual las naturalezas de las cosas han sido proyectadas de acuerdo a designios preestablecidos?

Por consiguiente, la materia que es la substancia inicial de todas las cosas, se halla ligada a ciertas leyes y abandonada libremente a ellas tendrá que producir necesariamente hermosas combinaciones. No tiene libertad de desviarse de este plan de la perfección. Encontrándose pues sometida a una intención suprema y sabia, necesariamente tendrá que haber sido colocada en tales condiciones armoniosas por medio de una causa primordial que la determina, y existe un Dios porque hasta en el caos la naturaleza no puede proceder de otra forma que regular y ordenadamente.

Tengo tan buena opinión respecto a la mentalidad proba de aquellos que honren mi ensayo estudiándolo, que doy por seguro que los argumentos aducidos, aun cuando no puedan eliminar toda

preocupación con respecto a consecuencias peligrosas de mi sistema, por lo menos pondrán fuera de duda la pureza de mis intenciones. Cuando a pesar de ello existen fanáticos malintencionados que consideran como obligación digna de su sagrada profesión, atribuit a las opiniones más innocuas interpretaciones peligrosas, estoy seguro de que el juicio de ellos tendrá entre los sensatos precisamente el efecto contrario al que buscan. Por lo demás, no se me privará del derecho de que Descartes disfrutaba siempre ante jueces rectos, cuando se atrevió a explicar la formación de tos cuerpos siderales a partir de meras leyes de la mecánica. Por ello, citaré a los autores de la Historia Universal[1]: *"Sin embargo, debemos creer que la tentativa de este filósofo, de explicar la formación del Universo en un período determinado por la sola continuación de un movimiento, una vez impreso a la materia caótica, y de llevar esta formación a la acción de unas pocas, simples leyes generales de movimiento, pueda ser tan poco punible y lesivo a Dios como otras tentativas* que desde él, con más aplauso, han tratado de hacer lo mismo, apoyándose en las calidades originarías y creadas de la materia, *tal como algunos creían,* puesto que por ellas se introduce más bien un concepto superior de la sabiduría infinita de Dios."

He tratado de apartar las dificultades que parecían amenazar mi tesis por parte de la religión. Hay otras no menores con respecto al tema mismo. Pues aunque es cierto, se dirá, que Dios ha conferido a las fuerzas de la naturaleza un poder secreto de llegar desde el caos por su propias fuerzas a una perfecta armonía universal, ¿tendrá la inteligencia humana, tan torpe frente a los asuntos más comunes, la capacidad suficiente para desentrañar las calidades ocultas en un tema de tal envergadura? Tamaña empresa equivale a decir: Dadme sólo la materia y os construiré con ella un mundo. *¿No podrá la debilidad de tus entendimientos que fracasan en los asuntos más íntimos de diaria e inmediata percepción, enseñarte que es en vano averiguar lo infinito y lo que pasó en la naturaleza antes de existir un mundo? Anulo esta dificultad haciendo patente que precisamente esta investigación entre*

[1] Campbell y Swinton. *(Nota del Editor.)*

todas las que puedan ser planteadas en la teoría natural, es la que permite con la mayor facilidad y seguridad llegar hasta el origen. Igual que entre todos los propósitos de las ciencias naturales, ninguno puede ser resuelto con más exactitud y justeza que la verdadera constitución del Universo en general, las leyes de los movimientos y el mecanismo interno de las revoluciones de todos los planetas, hasta donde la doctrina newtoniana permite estos conocimientos que no se encuentran en ningún otro sector de la filosofía — igual afirmo que entre todas las cosas naturales, cuya primera causa se averigua, el origen del sistema universal y la formación de los cuerpos siderales con las causas de sus movimientos, son lo que primero podemos tener la esperanza de comprender exacta y formalmente. La causa de ello es fácil de ver. Los cuerpos siderales son masas redondas, o sea de la formación más sencilla que pueda tener un cuerpo cuya formación se investiga. Tampoco son compuestos sus movimientos. No son otra cosa que la libre continuación de un impulso una vez dado que unido a la atracción del cuerpo hasta el centro, adopta la forma circular. Además, el espacio en que se mueven, está vacío, las distancias que los separan entre ellos, inmensamente grandes, de manera que todo está preparado en favor de un movimiento que nada perturba, como también para la exacta percepción de los mismos. Me parece que aquí se puede decir en cierta manera sin temeridad: Dadme materia y os construiré con ella un mundo, es *decir: Dadme materia y os mostraré cómo un mundo ha de nacer de ella. Pues existiendo materia dotada de una determinada fuerza de atracción, no es difícil determinar las causas que han podido contribuir a la institución del sistema universal considerado en general. Sabemos lo que es necesario para que un cuerpo adopte la forma esférica de una bola, comprendemos lo que se precisa para que esferas libremente suspendidas inicien un movimiento circular alrededor del centro hacia el cual son atraídos. La configuración de los círculos, la coincidencia de la dirección, la excentricidad, todo puede ser reducido a las causas mecánicas más sencillas y se puede esperar con confianza descubrirlas, puesto que es posible derivarías de los axiomas más fáciles y visibles. En cambio, ¿podemos vanagloriarnos de esta ventaja respecto a las más*

humildes plantas o insectos? ¿Podemos decir: Dadme materia y os mostraré cómo se puede producir una oruga? ¿No quedamos paralizados desde el primer paso, por ignorar la verdadera naturaleza íntima del objeto y de las complicadas diversidades que incluye? No debe pues extrañar a nadie si me atrevo a decir que la formación de todos los cuerpos siderales, la causa de sus movimientos, en fin el origen de toda la actual constitución del Universo podrá ser comprendido más fácilmente que el nacimiento de un solo yuyo, o el de una oruga explicado exacta y completamente por meras causas mecánicas.

Estos son los motivos sobre tos cuales fundo mi confianza de que la parte física de la ciencia del Universo puede tener la esperanza de llegar en lo futuro a una perfección similar a la que Newton logró dar a la parte matemática. Después de las leyes que rigen la constitución del Universo, quizás no haya otras en toda la esfera de las ciencias naturales susceptibles de ser definidas matemáticamente que aquellas que rigen su formación, y es indudable que a un geómetra experimentado se presentan aquí campos prometedores de rendimiento[1].

Después de haber procurado que el tema de mis consideraciones encuentre favorable acogida, se me permitirá exponer brevemente el modo según el cual lo he tratado. La primera parte se ocupa en líneas generales de un nuevo sistema de la estructura universal. El señor Wright de Durham, cuyo tratado conocí en los Hamburgische Freie Urteile *del año 1751, me invitó primero a considerar a las estrellas fijas no como un hormiguero disperso sin orden visible, sino como un sistema muy parecido al de los planetas, de modo que así como los planetas se hallan aproximadamente en un plano común, también las estrellas fijas están relacionadas lo más cerca posible en su ubicación a un determinado plano que debemos imaginarnos como trazado a través del cielo entero, representando en su acumulación más densa aquella franja reluciente llamada*

[1] Así ocurrió. El gran matemático y astrónomo francés Pedro Simón Laplace (1749-1827), sin conocer la obra de Kant, analizó el problema y expuso sus opiniones en la primera edición, aparecida en 1796, de su *Exposition du Système du Monde,* pág. 301 y sig. *(Nota del Editor.)*

Vía láctea. *Me he asegurado que también nuestro sol tiene que hallarse muy cerca de este gran plano, puesto que esa zona iluminada por un sinnúmero de soles muestra con mucha exactitud la curva de un extensísimo círculo. Investigando las causas de esta ubicación, he encontrado como muy probable que las llamadas estrellas fijas pueden ser muy bien astros errantes de lento movimiento dentro de un orden superior. Para confirmar lo que más adelante se dirá sobre este concepto, citaré aquí sólo una frase del señor Bradley sobre el movimiento de las estrellas fijas:*

"Si comparando nuestras mejores observaciones actuales con las anteriormente hechas con un grado aceptable de exactitud, quisiéramos emitir un juicio, se evidencia que algunas estrellas fijas han modificado realmente sus posiciones relativas, y ello de tal manera que visiblemente no ha sido motivado por un movimiento dentro de nuestro sistema planetario, sino sólo puede atribuirse a un movimiento de las estrellas mismas. Arturo nos ofrece una clara prueba de ello. Porque al comparar su declinación actual con su ubicación tal como fué fijada tanto por Tycho Brahe como por Flamsteed, se encontrará que la diferencia es mayor que la que pueda suponerse motivada por la inseguridad de sus observaciones. Existen motivos para suponer que debe haber también otros ejemplos de igual índole entre el gran número de astros visibles, puesto que sus posiciones relativas pueden ser modificadas por varias causas. Porque si nos imaginamos que nuestro propio sistema solar cambia de lugar con respecto al espacio universal, después de algún tiempo ello ocasionará una aparente alteración en las distancias angulares de las estrellas fijas. Y como en este caso, ello influiría más en las posiciones de las estrellas más cercanas que en las de las más alejadas, sus posiciones parecerían modificarse aunque las estrellas mismas en realidad permaneciesen inmóviles. Y si en cambio nuestra propia estructura planetaria fuera fija, y algunas estrellas realmente efectuaran un movimiento, ello también alteraría su aparente ubicación, y ello tanto más cuanto más cercanas se hallan de nosotros o cuanto más la curva de su movimiento nos permita percibirla. Puesto que las posiciones de las estrellas pueden ser alteradas por tan diversas causas, según consideramos las sorprendentes distancias

en que con toda seguridad se hallan algunas, han de hacer falta las observaciones de muchas generaciones humanas para definir las leyes de las alteraciones aparentes aún de un solo astro. Mucho más difícil aún ha de ser fijar las leyes para todas las estrellas más notables" [1].

No puedo determinar exactamente los limites que hay entre el sistema del señor Wright y el mío, ni las partes en que sólo he imitado o ampliado su *ensayo. Sin embargo, se me presentaron motivos dignos de ser aceptados a primera vista, para ampliarlo considerablemente en una de sus partes. Consideraba la especie de astros nebulosos mencionados por el señor de Maupertuis en su tratado sobre la Configuración de los Astros* [2] *y que muestran la*

1 Este pasaje de Bradley pertenece a la memoria: *A letter to the Right honourable George, Earl of Macclesfied, concerning an apparent motion observed in some of the fixed stars* (*Philosophical Transactions,* Vol. XLV, p. 39 a 41; 1748. En esta memoria Bradley hizo conocer el descubrimiento de la nutación. (*Nota del Editor.)*

2 No teniendo a mano el citado tratado, citaré lo pertinente transcribiéndolo de los *Ouvrages divers de M. de Maupertuis* en los *Acta eruditorum,* 1745.

"El primer fenómeno es el de estas *manchas brillantes* del cielo, que se denominan *nebulosas,* y que han sido consideradas como cúmulos de pequeñas estrellas. Pero los astrónomos, con la ayuda de mejores telescopios, han encontrado que son grandes áreas ovaladas, luminosas, o de una luz más clara que el resto del cielo. Huygens encontró una de ellas en Orion; la segunda en Sagitario; la tercera en Centauro; la cuarta delante del pie derecho de Antinoo; la quinta en Hércules y la sexta en el cinturón de Andrómeda. Cinco de estas manchas habiendo sido observadas con un reflector de 8 pies, no se ha encontrado más que una, la cuarta, que puede ser tomada por un cúmulo de estrellas; las otras parecen grandes áreas blanquecinas y no difieren entre sí más que en el hecho de las unas más redondas y otras más ovaladas.

También parece que, en la primera, las pequeñas estrellas que se descubren con el telescopio no parecen capaces de causar su blancura. Halley fué sorprendido por esos fenómenos que consideró apropiados para poner en claro una cosa que parecía difícil de entender en el libro del Génesis: que la luz hubiese sido creada antes que el Sol. Durham los considera como aberturas a través de las cuales se descubre una región inmensa de luz y por fin el cielo de fuego. Pretende haber podido distinguir que las estrellas que se perciben en algunas de las manchas están mucho menos alejadas de nosotros que las manchas mismas. El Señor de Maupertuis da en su obra un Catálogo de esas nebulosas según Hevelius. Las considera como grandes masas de luz que han sido aplanadas por una potente rotación. Si la materia de que ellas están formadas poseyese el mismo poder luminoso que las estrellas, sería necesario que su tamaño fuese enorme con relación a la suya, para que, a pesar de su alejamiento mucho más grande, que hace ver la disminución de su luz, se las vea al telescopio con magnitud y forma. Si se las supone de un tamaño igual al de las estrellas, es ne-

forma de eclipses más o menos abiertos, asegurándome fácilmente de que no pueden ser otra cosa que cúmulos de numerosas estrellas. La redondez, siempre bien definida, de estas figuras me enseñó que aquí debía tratarse de una multitud de estrellas inconcebiblemente numerosa y ordenada en torno a un centro común, puesto que de otra manera sus posiciones libres entre sí, habrían de presentar formas irregulares, pero no figuras mensuradas. Comprendí también que dentro del sistema que las reúne, deberían existir limitadas principalmente a un plano, puesto que no forman figuras circulares, sino elípticas, y que debido a su luz pálida, están inconcebiblemente remotas de nosotros. Las conclusiones que he sacado de estas analogías, las presentará el tratado mismo al estudio de un lector sin prejuicios.

En la segunda parte *que contendrá el tema principal de este tratado, trataré de desarrollar la constitución del sistema universal desde el estado más primitivo de la naturaleza por las solas leyes de la mecánica. Si me es permitido proponer a los que se indignarán por la audacia de mi empresa, que procedan con cierto orden al honrar mi pensamiento con un examen, les rogaría que primero lean el* capítulo octavo *que, según espero, podrá preparar su juicio a un buen entendimiento. Sin embargo, al invitar al benévolo lector para que examine mis opiniones, me doy cuenta de que las hipótesis de esta índole, por lo general, no gozan de mayor prestigio que los sueños filosóficos. Tengo, por consiguiente, motivos para temer que el lector se resolverá, no con muy buena gana, a*

cesario que la materia que las forma sea menos luminosa y que sean infinitamente más próximas de nosotros, para que la podamos ver con una magnitud sensible. Valdría la pena pues, tratar de determinar su paralaje, en el caso de que efectivamente tengan paralaje. Pues quizás se ha desesperado de hallar la paralaje de los astros debido a que sólo ha sido observado un pequeño número.

Las pequeñas estrellas que se encuentran en estas manchas como en Orion (o mejor en las del pie derecho de Antinoo, que aparece como una estrella rodeada de una nebulosidad), si están próximas a nosotros, serán vistas proyectadas sobre el disco de estos astros; si lo están menos, vemos las estrellas al través como se ven las colas de los cometas."

[Estas líneas están extraídas del *Discours sur les différentes figures des astres de Maupertuis,* Capítulo VI, pág. 104 a 114. He traducido directamente el texto de Maupertuis, del cual poco se aparta Kant, utilizando la transcripción que figura en C. Wolf, Les *hypothèses cosmogoniques. (Nota del Traductor.)*]

examinar detenidamente historias imaginarias de la naturaleza y 'a seguir pacientemente al autor en todas las vueltas con que elude las dificultades que se presentan, sólo para reírse quizá al final de su propia credulidad, a la manera de los espectadores que Gellert nos pinta escuchando al vocinglero en el mercado de Londres[1]*. Pero no me atrevo a prometer que el lector, una vez que la lectura del mencionado capítulo preparatorio lo haya persuadido a emprender la excursión física sobre la base de tan verosímiles suposiciones, ha de hallar posteriormente en el camino mucho menos vueltas tortuosas y obstáculos infranqueables que las que quizá tema al comienzo.*

En efecto, he prescindido con la mayor cautela de toda imaginación arbitraria. Después de haber reducido el mundo al más simple caos, no he empleado otras fuerzas que las de atracción y repulsión para desarrollar el gran orden de la naturaleza, es decir, dos fuerzas que ambas son igualmente ciertas, igualmente sencillas y también igualmente primitivas y generales. Ambas han sido tomadas de la filosofía natural de Newton. La primera es una ley natural que ya se ha hecho indiscutible. La segunda, a la que la ciencia natural de Newton quizá no puede prestar tanta evidencia como a la primera, la acepto aquí únicamente en el sentido en que ya nadie la discute, es decir en lo referente a la más fina disolución de la materia, como por ejemplo los vapores. De estos sencillos elementos he deducido el sistema que se leerá, sin artificio y sin otras intenciones que las que la atención del lector ha de encontrar por sí sola.

Permítaseme finalmente hacer una breve declaración sobre la validez y el supuesto valor de aquellos axiomas que serán presentados en mi teoría y que deseo sean examinados por jueces ecuánimes. Al autor se lo juzga con razón de acuerdo al sello que imprime a su mercadería. Por ello espero que en las diversas partes de este ensayo no se exigirá una responsabilidad más severa de mis opiniones que las que les corresponde de acuerdo al valor que yo mismo les atribuyo. En general, de un trabajo de esta índole no se puede exigir nunca una máxima exactitud geométrica e infalibilidad ma-

[1] Ver la fábula de Gellert: *Hans Nord*. *(Nota de Kant.)*

temática. Si el sistema está fundado en analogías y coincidencias según las reglas de la verosimilitud y del justo modo de pensar, ya he satisfecho todas las exigencias de su objeto. Este grado de virtud lo creo haber alcanzado en algunas partes de mi trabajo, como en la teoría de las estrellas fijas, en la hipótesis de la calidad de las estrellas nebulosas, en el concepto general del origen mecánico del Universo, en la teoría del anillo del Saturno y en algunos otras. Algo menos convencerán ciertas partes del trabajo, como por ejemplo la fijación de las relaciones de la excentricidad, la comparación de las masas de los planetas, las irregulares desviaciones de los cometas y otras más.

Si pues en el capítulo séptimo, seducido por la fecundidad del sistema y lo agradable del más grande y maravilloso tema que uno puede imaginarse, he llevado las conclusiones de la teoría con cierta audacia, aunque siempre siguiendo la analogía y una razonable verosimilitud; si pinto lo infinito de la creación entera, la formación de nuevos mundos, el ocaso de los viejos y el espacio ilimitado del caos, espero que la agradable amenidad del objeto y el placer que produce observar la coincidencia de una teoría con los hechos en su máxima extensión, provocarán la indulgencia necesaria para no juzgarlo con rigor geométrico, inaplicable además a esta clase de consideraciones. Con la misma ecuanimidad cuento con respecto a la tercera parte. Sin embargo, en todos los casos se hallará algo más que mera arbitrariedad, aunque siempre algo menos que certeza indudable.

CONTENIDO DE LA OBRA

PRIMERA PARTE

BOSQUEJO DE UNA CONSTITUCIÓN GENERAL SISTEMÁTICA QUE REINA ENTRE LAS ESTRELLAS FIJAS, DEDUCIDA DE LOS FENÓMENOS DE LA VÍA LÁCTEA

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO PRIMERO

RAZONES SOBRE LAS CUALES SE APOYA LA DOCTRINA DE UN ORIGEN MECÁNICO DEL MUNDO

CONTENIDO DE LA OBRA

PRIMERA PARTE

BOSQUEJO DE UNA CONSTITUCIÓN GENERAL SISTEMÁTICA QUE REINA ENTRE LAS ESTRELLAS FIJAS, DEDUCIDA DE LOS FENÓMENOS DE LA VÍA LÁCTEA

Similitud de este sistema de estrellas fijas con el sistema de los planetas. Descubrimiento de muchos de estos sistemas, que aparecen en la inmensidad del cielo bajo la forma de figuras elípticas. Nuevo concepto de la constitución sistemática de toda la creación.
Conclusión. Suposición verosímil de varios planetas más allá de Saturno, de acuerdo a la ley según la cual la excentricidad de los planetas aumenta con las distancias al sol.

SEGUNDA PARTE

CAPÍTULO PRIMERO

RAZONES SOBRE LAS CUALES SE APOYA LA DOCTRINA DE UN ORIGEN MECÁNICO DEL MUNDO

Objecciones. Único concepto entre todos los posibles para satisfacer las dos. Estado primitivo de la naturaleza. Dispersión de los elementos de toda la materia a través del espacio universal. Primer movimiento debido a la atracción. Comienzo de la formación de un cuerpo en el punto de mayor atracción. Inclinación general de los elementos hacía este cuerpo central. Fuerza de repulsión de las partes más finas en que ha sido disuelta la materia. Cambio de dirección del movimiento de inclinación debido a la reunión de esta fuerza con la anterior. Dirección uniforme de todos estos movimientos hacia una misma región. Tendencia de todas las partículas de juntarse hacia un plano común y de acumularse en él. Moderación de la velocidad de su movimiento hasta lograr su equilibrio con la gravedad de

la distancia de su lugar. Libre gravitación de todas las partículas alrededor del cuerpo central en órbitas circulares. Formación de los planetas sobre la base de estos elementos en movimiento. Libre movimiento de los planetas así formados en una misma dirección y en un plano común, en forma casi circular cerca del centro y en grados crecientes de excentricidad a medida que aumenta la distancia del mismo.

CAPÍTULO SEGUNDO

SOBRE LA DISTINTA DENSIDAD DE LOS PLANETAS Y LA RELACIÓN DE SUS MASAS

Causas por las cuales los planetas más cercanos son más densos que los más alejados. Insuficiencia de la explicación que da Newton. Porqué el cuerpo central es de naturaleza más liviana que los globos más cercanos que giran alrededor de él. Relación de las masas de los planetas según la proporción de sus distancias. Causas derivadas de la forma de origen, por la cual el cuerpo central posee la mayor masa. Cálculo de la tenuidad con que han sido dispersados todos los elementos de la materia universal. Probabilidad y necesidad de esta tenuidad. Importante prueba de la forma de nacimiento de los cuerpos siderales, deducida de una extraña analogía del Señor de Buffon.

CAPÍTULO TERCERO

DE LA EXCENTRICIDAD DE LAS ÓRBITAS PLANETARIAS Y DEL ORIGEN DE LOS COMETAS

La excentricidad aumenta con las distancias al sol. Causa de esta ley, deducida de la cosmogonía. Porqué las órbitas de los cometas salen libremente del plano de la elíptica. Prueba de que los cometas están formados de la clase más liviana de materia. Nota marginal sobre la aurora boreal.

CAPÍTULO CUARTO

DEL ORIGEN DE LOS SATÉLITES Y DEL MOVIMIENTO DE LOS PLANETAS ALREDEDOR DEL EJE

La materia para la creación de los satélites estaba contenida en la esfera en que el planeta reunía los materiales para su propia formación. Causa de los movimientos de estos satélites con todas las determinaciones. Porqué sólo los grandes planetas tienen satélites. Del movimiento de rotación de los planetas alrededor de su eje. Si la luna habrá tenido antes un movimiento más rápido. Si disminuye la velocidad de la revolución de la tierra. De la ubicación del eje de los planetas con respecto al plano de sus órbitas. Desplazamiento de su eje.

CAPÍTULO QUINTO

DEL ORIGEN DEL ANILLO DE SATURNO Y DEL CÁLCULO DE SU REVOLUCIÓN DIARIA EN BASE DE SUS CARACTERÍSTICAS

Comparación del estado primitivo de Saturno con las características de un cometa. Formación de un anillo de las partículas de su atmósfera debido a los movimientos impresos por su revolución. Determinación del tiempo de su movimiento de rotación de acuerdo a esta hipótesis. Consideración de la forma de Saturno. Del achatamiento esferoidal de los cuerpos siderales en general. Determinación del tiempo de su movimiento de rotación de acuerdo a esta hipótesis. Consideración de la forma de Saturno. Del achatamiento esferoidal de los cuerpos siderales en general. Determinación más exacta de las características de este anillo. Probabilidad de la suposición de nuevos descubrimientos. Si la tierra no habrá tenido un anillo antes del diluvio.

CAPÍTULO SEXTO

DE LA LUZ ZODIACAL

CAPÍTULO SÉPTIMO

DE LA CREACIÓN EN TODA SU EXTENSIÓN INFINITA, TANTO EN EL ESPACIO COMO EN EL TIEMPO

Origen de un gran sistema de las estrellas fijas. Cuerpo central de ese sistema. Infinidad de la creación. Relación general sistemática en su sentido más completo. Cuerpo central de toda la naturaleza. Continuación sucesiva de la creación en toda la infinidad de los tiempos y espacios por la formación incesante de nuevos mundos. Consideración del caos de la naturaleza informe. Paulatina decadencia y ocaso de la estructura universal. Decoro de este concepto. Renovación de la naturaleza decaída.

APÉNDICE AL CAPÍTULO SÉPTIMO

TEORÍA GENERAL E HISTORIA DEL SOL

Porqué el cuerpo central de una estructura universal es un cuerpo ígneo. Contemplación más detallada de su naturaleza. Pensamientos sobre los cambios del aire que lo rodea. Extinción de los soles. Aspecto más cercano de su forma. Opinión del Sr. Wright sobre el centro de toda la naturaleza. Enmienda de la misma.

CAPÍTULO OCTAVO

PRUEBA GENERAL DE LA EXACTITUD DE UNA TEORÍA MECÁNICA DEL ORDEN UNIVERSAL EN GENERAL. Y ESPECIALMENTE DE LA CERTEZA CON RESPECTO A LA PRESENTE TEORÍA

La facultad esencial de las naturalezas de las cosas de levantarse por sí mismas al orden y la perfección, es la más hermosa prueba de la existencia de Dios. Defensa contra la acusación del naturalismo. La constitución de la estructura universal es sencilla y no superior a las fuerzas de la naturaleza. Analogías que demuestran con certeza el origen mecánico del mundo. La misma demostración sacada de las excepciones de esas leyes. Aducir una inmediata orden divina no contesta suficientemente estas cuestiones. Dificultad que indujo a Newton a abandonar la teoría mecánica. Solución de esta dificultad. El sistema presentado es el único medio entre todos los posíbles de satisfacer a los argumentos de ambas partes. Otra prueba se halla en la relación de la densidad de los planetas, sus masas, las distancias entre ellos y la proporción gradual de sus determinaciones. Los argumentos de la determinación divina no influyen directamente sobre estas circunstancias. Justificación con respecto a la religión. Dificultades que aparecen en la teoría de la inmediata determinación divina.

TERCERA PARTE

CONTIENE UNA COMPARACIÓN ENTRE LOS HABITANTES DE LOS ASTROS

Si todos los planetas están habitados. Causa para dudarlo. Causa de las relaciones físicas que deben existir entre los habitantes de diversos planetas. Consideración del hombre. Causas de la imperfección de su naturaleza. Relación natural de las calidades corporales de las criaturas animadas según sus diferentes distancias del sol. Consecuencias de esta relación con respecto a sus facultades espirituales. Comparación de las naturalezas dotadas de razón en distintos cuerpos siderales. Confirmación por determinadas circunstancias de cus zonas de vida. Otra prueba basada en las providencias divinas tomadas en su favor. Breve divagación.

CONCLUSIÓN

Lo que le ocurrirá al hombre de la vida futura.

PRIMERA PARTE

BOSQUEJO DE UNA CONSTITUCIÓN SISTEMÁTICA QUE REINA ENTRE LAS ESTRELLAS FIJAS Y LA PLURALIDAD DE ESTOS SISTEMAS DE ESTRELLAS FIJAS

Look round our World: behold the chain of Love
Combining all below and all above.

(POPE, *An essay on man,* Epistle III).

Mire nuestro mundo: en lo alto, en lo bajo, en todas
Una cadena de amor enlaza ese gran Todo. [partes

BREVE RESUMEN DE LOS PRINCIPALES CONCEPTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE NEWTON, NECESARIOS PARA COMPRENDER LO QUE SIGUE[1]

Seis planetas, de los cuales tres tienen satélites, Mercurio, Venus, la Tierra con su Luna, Marte, Júpiter con cuatro y Saturno con cinco satélites, todos circulando alrededor del sol como centro, junto con los cometas que lo hacen en todas las direcciones y en órbitas muy extensas, constituyen un sistema que se llama el sistema de los soles o también la estructura universal planetaria. El movimiento de todos estos cuerpos, puesto que es circular y regresa a su punto de partida, presupone dos fuerzas imprescindibles en cualquier clase de teoría, a saber, una *fuerza de impulsión* por la cual, en cualquier punto de su recorrido curvilíneo continuarían en línea recta y se alejarían hacia el infinito, si no existiera *otra fuerza,* cualquiera que sea, que continuamente los obliga a abandonar aquella dirección y correr en una curva que rodea al sol como punto central. Esta segunda fuerza, como la geometría misma lo establece en forma indudable, se dirige en todas partes hacia el sol, por lo cual se la llama la fuerza centrípeta o gravedad.

Si las órbitas de los cuerpos siderales formasen círculos exactos, el más sencillo análisis de la composición de movimientos curvilíneos demostraría la necesidad de una atracción continua hacia el punto central; mas aunque en todos los planetas como también en los cometas las órbitas forman elipses en cuyo foco común se

[1] Esta breve introducción que con respecto a la mayoría de los lectores **podrá** parecer superflua, es destinada a los que tal vez no estén lo suficientemente familiarizados con los principios de Newton, para facilitarles la comprensión de la teoría que sigue. *(Nota de Kant.)*

halla el sol, la geometría superior, ayudada por la analogía de Kepler (según la cual el radio vector, o sea la línea trazada desde el planeta hacia el sol, recorta siempre de la órbita elíptica áreas proporcionales a los tiempos) demuestra con certeza infalible que alguna fuerza tendría que empujar continuamente el planeta hacia el sol durante todo su recorrido circular. Esta fuerza de gravedad que domina en todo el espacio del sistema planetario y tiende hacia el sol, es pues un fenómeno irrefutable de la naturaleza, y con la misma seguridad ha sido probada la ley según la cual esta fuerza se extiende desde el punto central hacia los espacios lejanos. Disminuye siempre en la medida inversa en que aumentan los cuadrados de la distancia del mismo. Esta regla se deduce de la manera no menos infalible del tiempo que los planetas necesitan en diversas distancias para sus recorridos. Estos tiempos están siempre entre sí como la raíz cuadrada de los cubos de sus distancias medias del sol, y de ello se deduce que la fuerza que empuja estos cuerpos siderales hacia el centro de su revolución, debe disminuir en relación inversa a los cuadrados de la distancia.

Esta misma ley que rige entre los planetas en cuanto se mueven alrededor del sol, se encuentra también en los sistemas pequeños, es decir, en los que forman los satélites que se mueven alrededor de sus planetas principales. Sus tiempos de recorrido tienen la misma proporción con relación a las distancias y establecen la misma relación de la fuerza de atracción con respecto al planeta que aquella a la que el planeta está sometido en relación al sol. Todo esto ha sido establecido por la geometría más infalible por medio de observaciones indiscutibles y está para siempre fuera de toda duda. A ello se agrega la idea de que esta fuerza de atracción es la misma que en la superficie del planeta se llama gravedad y que disminuye gradualmente con las distancias, de acuerdo a la ley mencionada. Ello se evidencia comparando la cantidad de gravedad en la superficie de la tierra con la fuerza que empuja la luna hacia el centro de su órbita, existiendo entre ambas la misma relación, o sea la inversa al cuadrado de las distancias, que rige la atracción en todo el universo. Este es el motivo por el cual la tan mencionada fuerza central es llamada también la gravedad.

Siendo además en alto grado probable que, si un efecto sólo se produce en presencia y en proporción al acercamiento de determinado cuerpo y su dirección se relaciona también en forma exactísima con este cuerpo, habrá que suponer que este cuerpo es, en alguna forma el motivo determinante, se ha creído encontrar por ello suficientes razones para atribuir esta inclinación general de los planetas hacia el sol a una fuerza de atracción de este último, dotando todos los cuerpos siderales en general con este poder de atracción.

Por lo tanto, cuando un cuerpo es abandonado libremente a este impulso que lo hace caer en dirección al sol o hacia cualquier planeta, ha de caer en un movimiento cada vez más acelerado, hasta reunirse con la masa del mismo. Pero cuando haya recibido un impulso lateral, y siempre que éste no haya sido tan fuerte que pueda ofrecer el contrapeso exacto a la presión de la caída, el cuerpo ha de caer hacia el cuerpo central en línea curva, y cuando el impulso que le ha sido impreso, tenga la suficiente fuerza para apartarlo de la línea vertical, antes de tocar la superficie, en una distancia equivalente al medio diámetro del cuerpo en su centro, entonces no ha de tocar su superficie, sino la celeridad adquirida durante la caída lo ha de elevar nuevamente, desde la más estrecha vecindad al cuerpo central hasta la misma altura desde la cual había iniciado la caída, para que continúe su recorrido alrededor del cuerpo central en un permanente movimiento curvilíneo.

La diferencia entre las órbitas de los cometas y planetas está pues en el equilibrio entre el movimiento lateral y la presión que los impulsa a caer; cuanto más se acercan estas dos fuerzas a la igualdad, tanto más se asemeja la órbita al círculo perfecto, mientras que, cuanto más desiguales son y cuanto más débil es la fuerza impulsora con relación a la fuerza central, tanto más alargada y excéntrica es la órbita, puesto que el cuerpo sideral en un sector de su recorrido se acerca al sol mucho más que en el otro.

Como nada en la naturaleza posee el más perfecto equilibrio, no hay planeta que posea un movimiento en forma de círculo exacto; pero los cometas son los que más se apartan de esta forma, porque el impulso lateral que les ha sido impreso, ha mantenido

la menor proporción respecto a la fuerza central de su primitiva distancia.

Usaré en mi disertación con mucha frecuencia la expresión: *constitución sistemática de la estructura universal.* Para que el lector no encuentre dificultades al representarse claramente lo que quiero decir, he de dar algunas breves explicaciones. A decir verdad, todos los planetas y cometas que pertenecen a nuestro universo, ya forman un sistema por el solo hecho de girar alrededor de un cuerpo central común. Pero yo doy a este término un sentido más estricto, fijándome en las relaciones más precisas que su mutua dependencia ha hecho regulares y uniformes. Los círculos de los planetas mantienen la más cercana relación a un plano común que es prolongación del círculo formado por el ecuador del sol; una desviación a esta regla sólo tiene lugar en el extremo límite del sistema donde paulatinamente cesan todos los movimientos. Por lo tanto, cuando un cierto número de cuerpos siderales, ordenados en torno a un centro común alrededor del cual giran, se hallan al mismo tiempo localizados sobre un determinado planeta, de tal manera que pueden desviarse del mismo lo menos posible hacia ambos lados; y cuando la desviación sólo tiene lugar en forma gradual en aquellos cuerpos que más alejados se hallan del centro y por lo tanto participan de las relaciones menos que los otros: entonces digo que estos cuerpos están reunidos entre ellos en una *constitución sistemática.*

P R I M E R A   P A R T E

DE LA CONSTITUCIÓN SISTEMÁTICA QUE EXISTE ENTRE LAS ESTRELLAS FIJAS

La teoría de la constitución general del universo no ha experimentado un incremento sensible desde los tiempos de Huygens. Aun actualmente [1], no sabemos más de lo que ya entonces se sabía, es decir, que seis planetas con diez satélites cuyas órbitas coinciden todos casi exactamente sobre un planeta, y los eternos globos cometarios que van errando en todas las direcciones, forman un sistema cuyo centro es el sol hacia el cual todos caen, alrededor del cual giran sus movimientos y desde el cual reciben la luz, el calor y la vida; que finalmente las estrellas fijas, como otros tantos soles, son centros de sistemas similares en que todo puede ser tan grande y tan bien ordenado como en el nuestro, y que el infinito espacio universal está repleto de estructuras cuyo número y perfección está en relación con la infinitud de su creador.

Lo sistemático que se verificó en la reunión de los planetas que giran alrededor de sus soles, desapareció frente a la multitud de las estrellas fijas de tal manera que la relación regular existente en pequeña escala, parecía no reinar entre los miembros del universo en gran escala. A las estrellas fijas no se les dió una ley que limitase

[1] Escrito en 1755. Actualmente conocemos nueve planetas con los siguientes satélites: Mercurio, Venus, Tierra (1), Marte (2), Júpiter (9), Saturno (10), Urano (4), Neptuno (1), y Plutón. Urano fué descubierto en 1781, Neptuno en 1846 y Plutón en 1930. *(Nota del editor.)*

sus respectivas posiciones mutuas, y se las vió llenar sin orden ni fin todos los cielos y los cielos de todos los cielos. Desde que el afán de saber de los hombres se había detenido frente a esta barrera, ya no se ha hecho otra cosa que reconocer y admirar la grandeza de Aquel que se había manifestado en obras tan inconcebiblemente grandiosas.

Al señor Wright de Durham, un inglés, le cupo dar un paso acertado al hacer una observación a la que él mismo no parece atribuir una finalidad importante y cuya aplicación provechosa no ha observado suficientemente. Consideraba las estrellas fijas no como un hormiguero desordenado y dispersado sin finalidad, sino en el conjunto encontró una constitución sistemática y una relación general de estos astros a un plano principal de los espacios que ocupan.

Trataremos de perfeccionar la idea que él ha expuesto, y de imprimirle un giro que la hará fecunda en consecuencias importantes cuya confirmación total será reservada a los tiempos futuros.

Cualquiera que observe el cielo estrellado en una noche sena, verá aquella franja luminosa que por ser más densamente poblada de estrellas y por ser éstas menos reconocibles en la gran extensión, representa una luz uniforme que ha sido denominada la *Vía láctea.* Es sorprendente que los observadores del cielo no hayan sido inducidos por el carácter de esta bien diferenciada zona a deducir de ella determinaciones singulares de la posición de las estrellas fijas. Pues se la ve adoptar la forma de un círculo máximo, sin solución de continuidad alrededor de todo el cielo, condiciones ambas que significan una determinación tan exacta y unas características tan visiblemente distintas de lo indeterminado del azar, que astrónomos concienzudos debían encontrar en ellas un motivo natural para investigar detenidamente la explicación de este fenómeno.

Como las estrellas no están colocadas sobre la esfera aparentemente hueca del cielo, sino que se pierden en sus profundidades, alejadas una más que la otra del lugar de donde las miramos, resulta que en las distancias escalonadas no se hallan en una dispersión puramente arbitraria, sino que deben tener una relación principal

a un determinado plano, el que atraviesa el lugar donde nos hallamos y en el cual están destinadas a hallarse lo más próximo que sea posible.

Esta relación es un fenómeno tan indudable que hasta las otras estrellas no comprendidas en la franja blanquecina de la Vía láctea aparecen en tanta mayor acumulación y densidad cuanto más cercanas están sus lugares al círculo de la Vía láctea, de tal manera que de los dos mil astros que el simple ojo descubre en el cielo, la mayor parte se encuentra en una zona no muy ancha, cuyo centro ocupa la Vía láctea.

Si nos imaginamos ahora un plano trazado a través del cielo estrellado hacia lejanías ilimitadas, y si suponemos que todas las estrelllas fijas y sistemas tienen una tendencia general de su posición respecto a este plano de situarse más cerca de él que de otros lugares, el ojo que se halla en este plano de relación, al observar el campo de las estrellas en la bóveda cóncava del firmamento, verá esta acumulación más densa de estrellas en la dirección de este plano trazado y bajo la forma de una zona iluminada de mayor luz. Esta franja luminosa ha de continuarse en la dirección de un círculo máximo, porque el lugar del observador se encuentra dentro del plano mismo. En esta zona habrá tal abundancia de estrellas que debido a la ya no diferenciable pequeñez de los puntos luminosos que la vista no puede individualizar, y a la aparente densidad causan el efecto de una uniforme luz blanquecina, es decir de una Vía láctea. El resto de la multitud de astros cuya relación con respecto al plano trazado disminuye paulatinamente, o que también se halla más cercano al lugar del observador, aparecerá a la vista en forma más dispersa, aunque siempre con tendencia al mismo plano de acuerdo a su densidad. Finalmente, puede deducirse de ello que nuestro mundo solar desde el cual este sistema de las estrellas fijas aparece en la dirección de un círculo máximo, debe estar comprendido dentro del mismo plano y formar un sistema junto con los otros.

Para penetrar mejor el carácter de la relación general dominante en la estructura del universo, trataremos de descubrir la causa

por la cual los lugares de las estrellas fijas están relacionados a un plano común.

El sol no limita la extensión de su poder atractivo a la estrecha región del conjunto planetario. Según toda evidencia, este poder abarca el infinito. Los cometas que se levantan mucho mas allá de la órbita de Saturno, son obligados por la atracción del sol a retornar y girar en círculos. Y aunque a una fuerza aparentemente incorporada a la esencia misma de la materia le sería más adecuado ser ilimitada — y así lo reconocen los que aceptan las teorías de Newton —, sólo deseamos aquí que se admita que la atracción del sol alcance hasta la más cercana estrella fija y que las estrellas fijas, como otros tantos soles, tengan la misma fuerza de atracción, tendiendo, por consiguiente, todo el ejército de ellas a aproximarse mutuamente por la atracción. Así, debido a la aproximación mutua que es permanente e imperturbable, todos los sistemas universales se hallan en la condición de congregarse tarde o temprano en una sola masa informe, a no ser que, igual como ocurre con los globos de nuestro sistema planetario, esta destrucción haya sido imposibilitada por las fuerzas centrífugas las cuales, al desviar los cuerpos siderales de la caída recta, se combinan con las fuerzas de atracción para producir las eternas órbitas que aseguran la estructura de la creación contra la destrucción y le dan eterna duración.

Así todos los soles del firmamento giran o alrededor de un centro general o alrededor de muchos. Pero podemos aplicar aquí por analogía lo que hemos observado en las órbitas de nuestro sistema solar: la misma causa que al dar a los planetas la fuerza centrífuga que rige sus cursos, ha ordenado sus órbitas de tal manera que todas se relacionan a un mismo plano, ha dado a los soles del firmamento como a otros tantos planetas de un superior sistema universal la fuerza de rotación, y ha reducido sus órbitas en lo posible a un plano, limitando sus desviaciones del mismo.

Basados en este concepto, podemos representar el sistema de las estrellas fijas aproximadamente por medio del sistema planetario, ampliándolo al infinito. Pues si en lugar de los seis planetas

con sus diez satélites suponemos otros tantos miles de ellos, y en lugar de veintiocho o treinta cometas que han sido observados, cien o mil veces más, y si nos imaginamos estos cuerpos como fuentes de luz, se presentaría al observador terrestre el mismo aspecto que el que ofrecen las estrellas fijas en la Vía láctea. Pues los planetas imaginados, debido a su proximidad al plano común de su relación, nos aparacerían a nosotros que estamos con nuestra tierra en este mismo plano, como una zona densamente iluminada por innumerables estrellas y tendiente en dirección al círculo máximo; esta franja luminosa estaría en todas partes bien poblada de estrellas, pues aún tratándose, según la hipótesis, de planetas, es decir de estrellas no fijas en un lugar, por los mismos movimientos siempre aparecerían suficientes estrellas por un lado, aun cuando otras han desaparecido.

La anchura de esta zona iluminada que representa algo así como un zodíaco, corresponderá a los distintos grados de desviación de los mencionados planetas del plano relativo, y de la inclinación de sus órbitas hacia el mismo plano; y como la mayoría se halla cerca de este plano, aparecerían tanto más dispersos cuando más alejados estén de él, y los cometas que ocupan todas las zonas sin distinción, cubrirán el firmamento de ambos lados.

La forma del cielo de las estrellas fijas no tienen pues ninguna otra causa que, en medida mayor, la misma constitución sistemática que tiene el sistema planetario en medida menor, formando todos los soles un sistema cuyo plano general de relación es la Vía láctea; los soles menos relacionados al plano aparecen a un lado y son por ello mismo menos densamente aglomerados, más dispersos y más raros. Son, por decir así, los cometas entre los soles.

Pero esta nueva teoría atribuye a los soles un movimiento progresivo, mientras todo el mundo los conoce como inmóviles y fijos, desde un principio, en los lugares que ocupan. La denominación que las *estrellas fijas* han recibido por ello, parece confirmada por la observación de todos los siglos y es indudable. Esta dificultad destruiría la teoría expuesta, si fuera aparente. Se trata o de una extraordinaria lentitud, ocasionada por la gran distancia del centro

común, o de una imposibilidad de observación, motivada por la distancia del punto de observación. Trataremos de estimar la probabilidad de este concepto calculando el movimiento de una estrella fija cercana a nuestro sol, suponiendo que nuestro sol fuera el centro de su órbita. Si aceptamos, de acuerdo a Huygens que su distancia es 21.000 veces mayor que la distancia del sol de la tierra, resulta de acuerdo a las leyes establecidas según las cuales los tiempos de revolución están en relación a la raíz cuadrada del cubo de las distancias del centro, el tiempo que emplearía para recorrer una vez su círculo alrededor del sol, es de más de un millón y medio de años, y con ello, en 4.000 años sólo se produciría un cambio de posición de un grado. Existiendo además muy pocas estrellas fijas que se hallen tan cerca del sol como Huygens lo supuso para Sirio, y como la distancia del resto del ejército celeste supera en mucho a la nombrada, resultando para los recorridos tiempos incomparablemente mayores, y como además es probable que el movimiento de los soles del cielo estelar gire alrededor de un centro inmensamente lejano y es, por consiguiente, extremadamente lento, se puede deducir de ello con probabilidad que todo el tiempo desde el cual se hacen observaciones del cielo, tal vez no sea todavía suficiente para comprobar el camino que se ha producido en sus posiciones. Sin embargo, no conviene abandonar la esperanza de descubrirlos con el tiempo. Hacen falta para ello observadores sutiles y diligentes, como también la comparación de observaciones muy distantes. Habría que concentrar estas observaciones sobre la Vía láctea que es el plano principal de todo movimiento [1]. El señor Bradley ha observado desplazamientos apenas perceptibles de estrellas. Los antiguos han observado estrellas en determinados lugares del cielo, y nosotros vemos nuevas estrellas en otros lugares. Quién sabe si no eran las mismas que sólo han cambiado de lugar. La excelencia de los instrumentos y la perfección de la astronomía dan fundamento a la esperanza de que se

[1] También habría que dirigir la atención sobre aquellos cúmulos de estrellas en un espacio reducido, como las Pléyades, que tal vez forman entre sí un pequeño sistema dentro del mayor. *(Nota de Kant.)*

descubrirán tan notables curiosidades [1]. La verosimilitud de la causa misma por los motivos que prestan la naturaleza y la analogía, apoyan esta esperanza tan bien que su cumplimiento podría despertar el interés de los investigadores.

La Vía láctea es también, por decirlo así, el zodíaco de nuevas estrellas que casi en ninguna otra zona del cielo aparecen y desaparecen alternativamente. Si este cambio de su visibilidad es motivado por su alejamiento y acercamiento periódico con relación a nosotros, la citada constitución sistemática de las estrellas permite creer que tal fenómeno no puede ser visto sino en la región de la Vía láctea. Pues siendo estrellas que giran en curvas muy alargadas alrededor de sus planetas principales, la analogía con nuestro sistema planetario en el cual sólo tienen satélites los cuerpos siderales que se hallan cerca del plano común de movimientos, exige que también sólo las estrellas que se hallan dentro de la Vía láctea posean soles que giran alrededor de ellas.

Paso ahora a aquella parte de la teoría que es la más atractiva debido a la idea sublime que presenta el plan de la creación. La serie de pensamientos que me ha conducido a ella, es breve y sencilla. Es la siguiente: Sí un sistema de estrellas fijas que en sus posiciones se relacionan con un plano común tal como lo hemos esbozado para la Vía láctea, y se halla a tanta distancia de nosotros que toda posibilidad de individualizar las estrellas que lo componen ha desaparecido hasta para el telescopio; si su distancia tiene la misma relación con respecto a la distancia de las estrellas de la Vía láctea que la que ésta tiene con respecto a la distancia de la tierra al sol; en fin, si este mundo de estrellas fijas es tan inmensa distancia es observado por el ojo de alguien que se halla fuera del mismo: entonces aquel mundo aparecería bajo un pequeño ángulo como un espacio reducido, iluminado por una luz débil, y su figura sería exactamente circular si su superficie se presenta al ojo direc-

[1] De la Hire declara en las *Mémoires de l'Académie de Paris* del año 1693 que tanto por sus propias observaciones como también por su comparación con las de Riccioli había comprobado una notable modificación en las posiciones de las estrellas de las Pléyades. *(Nota de Kant.)*

tamente, y elíptica, si se presenta en forma oblicua. La debilidad de la luz, la figura y la extensión reconocible del diámetro han de diferenciar nítidamente a este fenómeno, si es que existe, de todas las estrellas que se perciben aisladamente.

No hace falta buscar mucho para encontrar este fenómeno entre las observaciones de los astrónomos. Diversos observadores lo han comprobado claramente. Su rareza produjo extrañeza y dió lugar a suposiciones, a veces también a fantasías absurdas y a soluciones aparentes que sin embargo eran tan poco fundadas como las primeras. Se trata de las estrellas nebulosas o más bien de una clase de ellas que el señor de Maupertuis[1] describe de la siguiente manera: Son pequeñas placas que iluminan algo más que la obscuridad del firmamento vacío, y tienen la común característica de representar elipses más o menos abiertas; su luz, sin embargo, es mucho más débil que cualquier otra que se observa en el cielo. El autor de la *Astroteología*[2] se imaginaba que eran agujeros en el firmamento que le permitirían ver el cielo de fuego. Un filósofo de inteligencia mejor esclarecida, el ya citado señor de Maupertuis, los considera a causa de su forma y de su diámetro conocible, como cuerpos siderales sorprendentemente grandes que vistos oblicuamente representan figuras elípticas, debido al fuerte achatamiento que les produjo el movimiento giratorio.

Es fácil convencerse que esta última explicación también está fuera de lugar. Puesto que esta clase de estrellas nebulosas ha de estar indudablemente por lo menos tan lejana de nosotros como las otras estrellas fijas, sería sorprendente no sólo su magnitud, miles de veces superior a las estrellas más grandes, sino sobre todo el hecho de que a pesar de esta magnitud extraordinaria y a pesar de tratarse de cuerpos luminosos y soles, mostrarían la luz más opaca y débil.

Parece mucho más natural y comprensible que no se trata de grandes estrellas aisladas, sino de sistemas de muchas estrellas, cuya distancia las hace aparecer en el espacio tan reducido que la luz,

[1] *Discours sur la figure des astres;* París, 1742.

[2] *Astro-Theologie or a Demostration of the being and attributes of Crod from a survey of the Heavens,* por W. Derham; Londres, 1714.

imperceptible de cada una de ellas aisladamente, se transforma a causa de su inmensa cantidad en pálido fulgor uniforme. La analogía con el sistema estelar en que nos hallamos, su forma que es exactamente la que debe ser según nuestra teoría, la debilidad de la luz que presupone una distancia infinita — todo ello coincide para que consideremos estas figuras elípticas como otros tantos mundos o, por decirlo así, otras tantas Vías lácteas cuya constitución acabamos de exponer. Y si las suposiciones en que la analogía y la observación coinciden y se apoyan mutuamente, tienen el mismo valor que pruebas formales, habrá que considerar como probada la existencia de estos sistemas.

Ahora, la atención del observador del cielo tiene motivos suficientes para ocuparse de este tema. Las estrellas fijas, según sabemos, se relacionan todas a un plano común y constituyen por ello un todo ordenado que es un mundo de mundos. Ahora vemos que en lejanías infinitas existen otros sistemas más, y que la Creación en toda la dimensión infinita de su grandeza guarda en todas partes las leyes del sistema y de las relaciones mutuas.

Podría suponerse aún que precisamente estos mundos superiores no pueden carecer de relaciones entre sí y que, debido a estas mutuas relaciones, han de constituir a su vez otro sistema aún más inmenso. Y en efecto, se observa que las formas elípticas de esta clase de estrellas nebulosas que cita el señor de Maupertuis, tienen una relación muy estrecha al plano de la Vía láctea. Se abre aquí un vasto campo para descubrimientos, cuya llave la dará la observación. Las llamadas estrellas nebulosas y las que se duda en llamar así, tendrían que ser investigadas y examinadas siguiendo las indicaciones de esta teoría. Al estudiar las partes de la naturaleza en busca de finalidades y de conceptos entrevistos, salen a la luz ciertas propiedades que de otra manera pasarían desapercibidas y quedarían ocultas, al dirigirse la observación sobre todos los objetos sin indicaciones previas.

La teoría que hemos expuesto, nos abre la perspectiva del campo inmenso de la creación y ofrece una idea de la obra de Dios que es digna de la inmensidad del gran Creador. Si la magnitud

de un mundo planetario dentro del cual la tierra es tan imperceptible como un grano de arena, asombra a la razón, cuánta mayor sorpresa y deleite ha de provocar la observación de la infinita cantidad de mundos y sistemas que forman la esencia de la Vía láctea. Y cuánto más aumenta el asombro cuando se comprende que todos estos innumerables sistemas estelares a su vez sólo constituyen la unidad de una cifra cuyo límite ignoramos, y que tal vez sea tan incomprensiblemente grande como aquél y, a su vez, nada más que la unidad de una nueva conjunción de cifras. Vemos los primeros eslabones de una cadena progresiva de mundos y sistemas, y la primera parte de esta progresión indefinida ya permite entrever lo que se puede suponer que será el todo. Aquí no hay fin, sino el abismo del verdadero infinito en el que se hunde toda la capacidad de concepción humana, aun cuando invoca el auxilio de la matemática. La sabiduría, la bondad y el poder que se han manifestado, son inmensos y en el mismo grado fecundos y activos; el plan en que se manifiestan, tiene que ser también inmenso y sin límites.

Pero no sólo en la escala grande habrá que realizar descubrimientos importantes, capaces de ampliar el concepto que podemos hacernos de la magnitud de la creación. En la escala menor queda también mucho sin descubrir, y hasta en nuestro mundo solar vemos los miembros de un sistema que se hallan distanciados enormemente entre sí y cuyos eslabones intermedios no han sido descubiertos aún. ¿Sería verdad que entre Saturno, el más extremo de los planetas que conocemos, y el cometa menos excéntrico que tal vez desciende de una distancia diez o más veces mayor, no existiría otro planeta cuya órbita se acercaría más que aquél a la órbita de un cometa? ¿Y no sería posible que existan otros que por la aproximación de sus caracteres constituyesen eslabones intermediarios capaces de transformar paulatinamente los planetas en cometas y establecer un contacto entre las dos categorías?

Esta suposición es apoyada por la ley según la cual la excentricidad de las órbitas planetarias está en relación a su distancia del sol. La excentricidad en los movimientos de los planetas au-

menta con su distancia del sol, y los planetas lejanos se acercan así al carácter de cometas. Se puede pues suponer que habrá aún otros planetas más allá de Saturno, los que, más excéntricos y por ello más parecidos a los cometas, transforman por medio de una escala progresiva los planetas finalmente en cometas. La excentricidad es para Venus 1/126 del semi-eje de su órbita elíptica, para la Tierra 1/58, para Júpiter 1/20 y para Saturno 1/17, es decir aumenta evidentemente con las distancias. Es cierto que Mercurio y Marte se exceptúan de esta ley por su excentricidad mucho mayor que la que permitiría la medida de su distancia del sol; pero más tarde nos enteramos de que la misma causa que ha hecho formar algunos planetas de una masa menor, ha motivado también la insuficiencia del impulso necesario para su curso circular y por consiguiente para su excentricidad, dejándolos incompletos en ambos sentidos.

Por lo tanto, ¿no es probable que la disminución de la excentricidad en los cuerpos siderales ubicados inmediatamente más allá de Saturno sea aproximadamente tan reducida como lo es en los astros situados debajo de él, y que los planetas sean parientes de la familia de los cometas? Porque lo cierto es que precisamente esta excentricidad constituye la diferencia principal entre los cometas y los planetas, y que sus colas y cabelleras no son otra cosa que la consecuencia de aquélla. También es cierto que la misma causa, cualquiera que sea, que ha dado a los cuerpos siderales sus movimientos de revolución, al aumentar la distancia no sólo se ha hecho más débil para igualar el impulso giratorio a la fuerza de atracción, dejando así los movimientos en forma excéntrica, sino también por el mismo motivo ya no ha podido reducir las órbitas de estos astros a un plano común sobre el cual se mueven los planetas inferiores, lo que ha ocasionado la dispersión de los cometas hacia todas las regiones.

Según esta disposición, se podría esperar aún el descubrimiento de nuevos planetas más allá de Saturno, que serían más excéntricos que éste y tendrían más calidad de cometa. Pero por ello precisamente sólo serían visibles durante un breve tiempo, el de su proximidad al sol, circunstancia que junto a la menor medida de

aproximación y a la debilidad de la luz ha impedido hasta ahora su descubrimiento y lo dificultará aún en el futuro. El último planeta y primer cometa sería entonces aquel cuya excentricidad sea tan grande que en el momento de mayor proximidad al sol *cruzaría* la órbita del planeta más próximo que bien podría ser Saturno.

SEGUNDA PARTE

DEL ESTADO PRIMITIVO DE LA NATURALEZA, LA FORMACIÓN DE LOS CUERPOS SIDERALES. LAS CAUSAS DE SU MOVIMIENTO Y SU RELACIÓN SISTEMÁTICA. TANTO DENTRO DE LA ESTRUCTURA PLANETARIA EN ESPECIAL COMO TAMBIÉN CON RESPECTO A TODA LA CREACIÓN

See plástic nature working to this end,
The single atoms each to other tend,
Attract, attracted to, the next in place
Form'd and impell'd its neighbour to embrace.
See matter next, with various life endued,
Press to one center still, the gen'ral Good.

(POPE, *An Essay on man*, Epistle III).

Mira la naturaleza plástica moverse hacia este fin,
Mira cada átomo tendiendo hacia otro átomo,
Atraído y atrayendo a su vez a los que están pró-
[ximos
Tratando de abarcar a otros para darles forma.
Mira la materia próxima, dotada de vida variada,
Tendiendo hacia un centro, el Dios de todos.

CAPÍTULO I

DEL ORIGEN DE LA ESTRUCTURA PLANETARIA EN GENERAL Y DE LAS CAUSAS DE SUS MOVIMIENTOS

La observación de la estructura universal permite deducir de las relaciones mutuas que mantienen sus partes y que revelan las causas de sus orígenes, dos conclusiones que son ambas igualmente probables y aceptables. Si se considera por un lado que seis planetas con diez satélites que giran alrededor del sol como centro, se mueven todos hacia un solo lado, el mismo en que gira el sol que dirige sus curso por la fuerza de atracción; que sus órbitas no se desvían mucho de un plano común, que es la prolongación del plano del ecuador solar; que en los más lejanos cuerpos siderales que pertenecen al mundo solar, en los que la causa común de los movimientos puede suponerse menos fuerte que en las cercanías del centro, se han producido desviaciones de la exactitud de estas determinaciones, suficientemente explicadas por la reducción del movimiento impreso — si se considera, repito, todo ello en su mutua relación, se impone la convicción de que una determinada causa, cualquiera que sea, ha ejercido una influencia uniforme en todo el espacio del sistema y que la concordancia observada en la dirección y posición de las órbitas planetarias es la consecuencia de la relación que todos ellos han mantenido necesariamente con la causa material que los ha puesto en movimiento.

Si por otra parte consideramos el espacio en el cual giran los planetas de nuestro sistema, es completamente vacío [1] y libre de toda materia que podría causar una común influencia sobre estos cuerpos siderales y originar la concordancia de sus movimientos. Esta circunstancia ha sido establecida con absoluta certeza y supera aún, si es posible, la probabilidad anterior. Movido por ella, Newton no podía admitir ninguna causa material que se extendiera por el espacio de la estructura planetaria y mantuviera la comunidad de los movimientos. Él pretendía que la mano de Dios había establecido directamente este orden, sin aplicar las fuerzas de la naturaleza.

Considerándolo imparcialmente se ve que los motivos aducidos aquí por ambos lados tienen la misma fuerza y deben ser estimados ambos como equivalentes a la certeza absoluta. Pero no es menos evidente que debe existir un concepto bajo el cual se reúnen estos motivos aparentemente contradictorios, y que es en este concepto donde habrá que buscar el verdadero sistema. Trataremos de indicarlo en breves palabras. En las actuales condiciones del espacio en el cual giran los cuerpos de todo el mundo planetario, no existe ninguna causa material que podría desviar o dirigir sus movimientos. Este especio es completamente vacío, o por lo menos en condiciones equivalentes al vacío. Por consiguiente, debe haberse encontrado alguna vez en otras condiciones, es decir lleno de la suficiente cantidad de materia potente para transmitir el movimiento a todos los cuerpos siderales que se hallaban en él, y para hacerlo concordar con su propio movimiento, lo que significa establecer la concordancia de movimientos de todos ellos. Después que la atracción ha limpiado los citados espacios, reuniendo toda la materia dispersa en determinados conglomerados, los planetas deben ahora continuar sus cursos libre e invariablemente con el movimiento una vez impreso y dentro de un espacio que no ofrece

[1] No investigo aquí si este espacio puede ser llamado vacío en el sentido más propio de la palabra. Porque por el momento basta con señalar que toda la materia que tal vez pueda ser encontrada en este espacio, sería demasiado impotente para poder ejercer alguna influencia, considerando la magnitud de las masas en movimiento de que se trata *(Nota de Kant.)*

resistencia. Por los motivos de la probabilidad aducida en primer lugar, este concepto se hace imprescindible, y como entre ambos casos no puede existir un tercero, este concepto puede ser aceptado con especial consentimiento que lo eleva encima de la apariencia de una hipótesis. Por otro camino más largo, siguiendo una cadena de conclusiones al estilo del método matemático con todo su característico lujo de razonamientos y con mayor apariencia que la que se estila en materias físicas, se podría llegar finalmente a la misma concepción del origen del Universo que yo he de exponer. Pero prefiero presentar mis opiniones en la forma de una hipótesis, dejando que la inteligencia del lector examine su valor, antes de exponerlas al peligro de que su validez, obtenida por malas artes de deducción, aparezca sospechosa, con lo cual, si bien convencería a los ignorantes, perdería el aplauso de los peritos.

Supongo que todas las materias de las cuales están formadas las esferas pertenecientes a nuestro mundo solar, todos los planetas y cometas, se hallaban al comienzo de todas cosas dísueltas en sus elementos primitivos y llenaban en esta forma todo el espacio del edificio mundial dentro del cual giran ahora esos cuerpos. Este estado de la naturaleza, aun considerándolo por sí solo y sin mira a determinado sistema, parece ser el más sencillo que pueda seguir a la nada. En aquel momento, nada se había formado aún. La composición de cuerpos siderales distantes entre sí, su distancia proporcionada a las atracciones, su forma resultante del equilibrio de la materia reunida, todo ello es un estado de cosas posterior. La naturaleza que seguía inmediatamente a la creación, era tan informe y tan bruta como era posible. Pero hasta en las características más esenciales de los elementos que forman el caos, se observa un indicio de aquella perfección que llevan en sí desde su origen, puesto que su esencia se deriva de la idea eterna de la Razón divina. Las propiedades más sencillas y generales, aparentemente proyectadas sin ningún designio, y la materia, aparentemente sólo pasiva y necesitada de formas y disposiciones, poseen en su estado más simple la tendencia de llegar por medio de un desarrollo natural a una constitución más perfecta. Pero la *diversidad de las especies de los elementos* contribuye principalmente a que se mueva la naturaleza

y se organice *el* caos, puesto que por ella se destruye el reposo en que la igualdad general de los elementos dispersos los sumiría, y se inicia dentro del caos la formación en los puntos donde se hallan las partículas de mayor fuerza de atracción. Las especies de esta materia elemental han de ser indudablemente de infinita variedad, de acuerdo a la inmensidad que la naturaleza muestra en todos lados. Los elementos de mayor densidad específica y fuerza de atracción, que ocupan menos lugar y son menos frecuentes, han de ser, en caso de una repartición equitativa por el espacio, más dispersos que las especies más livianas. Elementos de peso específico mil veces mayor, son mil o tal vez millones de veces más dispersos que los elementos más livianos, y esta escala de densidades debe ser imaginada como ilimitada. Por consiguiente, en la misma forma en que pueden existir partículas corporales de una especie superior en densidad a otra especie en la misma proporción en que una esfera cuyo radio sea la del espacio planetario, es superior a otra esfera cuyo diámetro es sólo la milésima parte, debe haber entre los elementos dispersos de la primera especie una distancia que esté en la misma proporción que la distancia entre los elementos de la segunda.

En un espacio llenado de esta manera, el reposo general no dura más de un instante. Los elementos tienen las fuerzas esenciales para ponerse mutuamente en movimiento, y constituyen su propia fuente de vida. La materia tiende en seguida a formarse. Los elementos dispersos de la especie más densa juntan por medio de la atracción desde una esfera que los rodea, toda la materia de menor peso específico, y ellos mismos, junto con la materia que se ha agregado, se reúnen a su vez en los puntos donde se hallan las partículas de una especie más densa, las que por su parte son atraídas hacia otras aún más densas, etc. Siguiendo así en la imaginación el proceso de formación de la naturaleza a través de toda la extensión del caos, se llegará fácilmente a comprobar que las consecuencias finales de este proceso sería la formación de diversos conglomerados que, una vez formados, debido a la igualdad de atracción quedarían en reposo e inmóviles para siempre.

Mas la naturaleza dispone aún de otras fuerzas que aparecen principalmente cuando la materia se ha disuelto en finas partículas

que se repelen entre sí y producen, por su lucha contra la atracción, aquel movimiento que es algo así como una vida permanente de la naturaleza. Por esta fuerza de repulsión que se manifiesta en la elasticidad de los vapores, la exhalación de cuerpos de fuerte olor y la expansión de todas las materias gaseosas y que es un fenómeno innegable de la naturaleza, los elementos, en su caída hacia el centro de atracción, son desviados de la línea recta de movimiento hacia un lado y su caída vertical se transforma en movimientos curvilíneos alrededor del centro de la caída. Para comprender exactamente la formación de la estructura universal, prescindamos de la concepción ilimitada de la naturaleza para dirigir nuestra contemplación sobre un sistema determinado, el que pertenece a nuestro sol. Después de haber considerado la creación de ese sistema, pasaremos por analogía de los órdenes superiores para poder abarcar toda la creación en una sola teoría.

Hallándose pues un punto ubicado en un espacio muy grande donde la atracción de los elementos en él contenidos se extiende en todas direcciones con mayor fuerza que en otras partes, han de caer hacia este punto todas las partículas elementales dispersas sobre toda la extensión. La primera consecuencia de esta caída general es la formación de un cuerpo en este centro de atracción que, para decirlo así, desde un germen minúsculo va ir creciendo en grados acelerados, pero a medida que aumenta su masa, tendrá mayor fuerza para obligar las partículas circundantes a reunírsele. Cuando la masa de este cuerpo central ha crecido tanto que la velocidad con la cual atrae hacia sí las partículas desde largas distancias, sea desviada lateralmente por los débiles grados de repulsión con que las partículas entrechocan, y se transforme en movimientos laterales, capaces de rodear totalmente al cuerpo central mediante la fuerza centrífuga, entonces se producen grandes remolinos de partículas de las cuales cada una describe líneas curvas debido a la composición de las fuerzas de atracción central y de desviación lateral, órbitas que se entrecruzan, ya que su gran dispersión en este espacio les deja suficiente lugar para ello. Pero estos movimientos que en más de un sentido se hallan en pugna entre sí, tienden naturalmente a equilibrarse, es decir, a llegar a un estado en que un mo-

vimiento estorbe lo menos posible al otro. Ello lo consiguen primero al limitar cada partícula el movimiento de otra hasta que todas continúen en una misma dirección; segundo, al limitar las partículas su movimiento vertical, por el cual se acercan al centro de atracción, hasta que todas se muevan horizontalmente, es decir en círculos paralelos alrededor del sol como centro, dejando así de cruzarse y conservándose, debido a la igualdad existente entre la fuerza propulsora y la fuerza de caída, en libres círculos a la altura donde se hallan. Así quedarán finalmente en la extensión del espacio sólo aquellas partículas que por su caída han obtenido una velocidad y por la resistencia de las otras una dirección que les permiten continuar *un libre movimiento circular.* En este estado de cosas, cuando todas las partículas corren en una sola dirección y en círculos paralelos, es decir, en libres movimientos circulares alrededor del cuerpo central, ha terminado la pugna y la competencia de los elementos y todo se halla en el estado de la más mínima influencia mutua. Esta es la consecuencia natural a que llega siempre una materia sometida a movimientos contradictorios. Es pues evidente que de la multitud dispersa de partículas una gran cantidad debe llegar, debido a la resistencia con la cual tratan de llevarse mutuamente hacia aquel estado, a tal exactitud de las determinaciones, aunque una cantidad aun mayor no llega a ella y sólo sirve para aumentar la masa del cuerpo central hacia el cual caen al no poderse mantener libremente en su altura primitiva, cruzando los círculos de las partículas situadas más abajo y perdiendo finalmente por la resistencia de éstas todo movimiento. Este cuerpo situado en el centro de la atracción que por consiguiente ha llegado a ser, por la cantidad de materia reunida en él, la pieza principal del edificio planetario, es el sol, si bien entonces no tiene todavía aquel hervor de fuego que estallará en su superficie una vez terminada la formación.

Falta señalar que, moviéndose como quedó demostrado todos los elementos de la naturaleza en formación en una sola dirección alrededor del sol, estas evoluciones dirigidas hacia un solo lado y efectuadas casi sobre un eje común no dejan que el movimiento giratorio de la materia fina siga en esta forma, puesto que según las

leyes del movimiento central todas las evoluciones deben cruzar con el plano de sus órbitas el centro de la atracción y que entre todos aquellos círculos que corren alrededor de un eje común y en una sola dirección, sólo hay uno que cruza el centro del sol, por lo cual toda la materia desde ambos lados de este eje imaginario corre hacia aquel círculo que atraviesa el eje del movimiento giratorio precisamente en el centro común de atracción. Este círculo es el plano de relación de todos los elementos en movimiento, alrededor del cual se acumulan cuanto puedan, dejando en cambio vacías las regiones alejadas de él, puesto que aquellos elementos que no pueden acercarse tanto al plano sobre el cual todos se acumulan, no podrán mantenerse permanentemente en los lugares donde se hallan, chocando con los elementos errantes y ocasionando su final caída hacia el sol.

Por lo tanto, si consideramos estos elementos errantes de la materia universal en el estado al que se transforman por la atracción y por el resultado mecánico de las leyes generales de resistencia, vemos un espacio comprendido entre dos planos, no muy distantes entre sí y en cuyo centro se encuentra el plano general de relación, extendiéndose desde el centro del sol hacia ignotas lejanías, en el cual todas las partículas que abarca, cada una a medida de su distancia y a la atracción que reina allá, efectúan en libre carrera movimientos circulares fijados los que, una vez superado en este estado el estorbo mutuo, mantendrían eternamente, si no fuera que entonces empezase la atracción de estas partículas de la materia primitiva a producir su efecto entre sí y a dar así origen a nuevas formaciones que son el germen de planetas que han de nacer. Pues como los elementos que se mueven alrededor del sol en círculos paralelos, tomados en diferencias no demasiado grandes de distancia del sol, se hallan debido a la igualdad del movimiento paralelo casi en reposo mutuo entre sí, la atracción de los elementos de superior fuerza específica de atracción que se hallan en la misma región, produce en seguida la considerable influencia[1] de iniciar la

1 El origen de los planetas en formación no debe ser atribuido sólo a la atracción newtoniana. Ésta sería demasiado lenta y débil en una partícula de tan extraordinaria tenuidad. Se diría más bien que en este espacio se reúnen de acuer-

reunión de las partículas más próximas para formar un cuerpo que a medida que crezca su volumen, extiende su atracción y mueve los elementos de una vasta zona para que contribuyan a su formación.

La formación de los planetas en este sistema tiene frente a cualquier otra posible teoría la ventaja de que el origen de las masas presenta también el origen de los movimientos y la ubicación de los círculos en un mismo tiempo, más aún, que tanto las desviaciones de la máxima exactitud de estas determinaciones como sus coincidencias se hacen evidentes de un solo golpe de vista. Los planetas se forman de aquellas partículas que en la altura en que se hallan suspendidas, tienen movimientos exactamente circulares: *por consiguiente, las masas compuestas por ellas, han de continuar los mismos movimientos con la misma velocidad y en la misma dirección.* Esto basta para comprender porqué los movimientos de los planetas son aproximadamente circulares y sus círculos casi se hallan sobre un mismo plano. Hasta llegarían a recorrer círculos exactísimos [1], si el espacio en que reúnen los elementos para su formación, fuera muy pequeño y por consiguiente la diferencia de sus movimientos muy reducida. Pero como se necesita un espacio amplio para que del tenue elemento tan disperso en los cielos se forme el denso conglomerado de un planeta, ya no será insignificante la diferencia de las distancias en que estos elementos se hallan con respecto al sol, y con ello la diferencia de sus velocidades. Sería pues necesario, para conservar al planeta a pesar de la diferencia de movimiento, la igualdad de las fuerzas centrales y la velocidad circular, que las partículas que desde distintas alturas y con distintas velocidades se

do a las leyes comunes de la cohesión, hasta que el conglomerado así nacido haya crecido paulatinamente tanto que la atracción newtoniana tenga en él la fuerza suficiente para acrecentarlo siempre más debido a su influencia hasta lejanas distancias. *(Nota de Kant.)*

[1] Este movimiento circular fijado se refiere, propiamente dicho, sólo a los planetas cercanos al sol, pues de las grandes distancias en que se han formado los planetas más alejados y también los cometas, se puede suponer fácilmente que debido a la mayor debilidad de la fuerza de caída de la materia elemental y a la mayor extensión de los espacios en los que están dispersos, los elementos mismos ya se desvían por si solos del movimiento exactamente circular, transmitiendo pues ellos el motivo a los cuerpos a cuya formación contribuyen. *(Nota de Kant.)*

juntan sobre él, compensen entre sí una la deficiencia de la otra, lo que, aunque se realiza en efecto con bastante exactitud, tiene por consecuencia la disminución del movimiento circular y la excentricidad de la órbita, puesto que algo falta en esta compensación exacta [1]. Se explica no menos fácilmente que, si bien las órbitas de todos los planetas deberían estar sobre un plano, se hallará aquí también cierta desviación, puesto que, como ya dije, las partículas elementales que se hallan lo más cercanos posible en el plano general de sus movimientos, abarcan sin embargo algún espacio a ambos lados. Sería un azar demasiado feliz que precisamente todos los planetas habrían de empezar a formarse exactamente en el centro entre estos dos lados en el propio plano de relación, lo que ya provoca cierta inclinación entre sus círculos, limitada estrechamente por la tendencia de las partículas de reducir a un mínimo desde ambos lados esta desviación. No hay que extrañarse pues, si aquí tampoco se encuentra la máxima exactitud de las determinaciones, como en ninguna parte de la naturaleza, puesto que en general la variedad de las condiciones que contribuye a cada estado de la naturaleza, no permite una regularidad bien medida.

[1] Porque las partículas de la región más cercana al sol, que poseen una velocidad de evolución mayor que la necesaria para el movimiento circular en el punto donde se juntan al planeta, compensan lo que les falta en velocidad a las partículas más alejadas del sol que se incorporan al mismo planeta, para girar en la distancia de éste en forma circular. *(Nota de Kant.)*

CAPÍTULO II

DE LA DISTINTA DENSIDAD DE LOS PLANETAS Y LA RELACIÓN DE SUS MASAS

Hemos demostrado que las partículas de la materia elemental, repartidas originariamente en forma uniforme en el espacio, por su caída hacia el sol han quedado suspendidas en los lugares donde su velocidad de caída equilibraba exactamente la atracción, de manera que su dirección, como debe ser en el movimiento circular, fué inclinada verticalmente hacia el radio del círculo. Pero si nos imaginamos ahora partículas de distinta densidad específica en una misma distancia del sol, notaremos que las de mayor peso específico penetran más profundamente a través de la resistencia de las otras hacia el sol y no se desviarían de su camino tanto como las partículas más livianas, por lo cual su movimiento se transforma en circular sólo en mayor cercanía del sol. En cambio, los elementos más livianos, más fuertemente desviados de la caída rectilínea, adoptarán el movimiento circular antes de haber penetrado tan profundamente por el espacio lleno de elementos sin que la resistencia de éstos debilite su movimiento, por lo cual no podrán alcanzar los altos grados de velocidad que son necesarios para las revoluciones más cercanas al centro. Por consiguiente, una vez establecido el equilibrio de movimiento, las partículas especificamente más livianas girarán a mayores distancias del sol, mientras las más pesadas se hallarán más cerca de él, y los planetas que se forman de ellas, serán de una especie tanto más densa cuanto más cercanos se hallen

del sol, mientras que los que de la confluencia de estos átomos se forman a mayor distancia, serán más livianos.

Existe pues algo como una ley estática que fija a las materias del espacio sus alturas según la proporción inversa de su densidad. Sin embrago, no es menos fácil de comprender que no es necesario que en cada altura sólo se hallen partículas de la misma densidad específica. De las partículas de determinada clase específica, las que desde distancias mayores han caído hacia el sol, quedarán suspendidas en una distancia mayor y alcanzan la moderación de su caída, necesaria para el movimiento circular permanente, en esta misma distancia, mientras que aquellos cuyo lugar originario en el momento de la distribución general de la materia en el caos se hallaba más cerca del sol, pese a su no mayor densidad alcanzarán su movimiento circular también más cerca del sol. Por lo tanto, como los lugares de las materias con respecto al centro de caída son determinados no sólo por su peso específico, sino también por los lugares que ocupaban mientras la naturaleza se hallaba en su primitivo estado de reposo, es fácil de deducir que en cada grado de distancia del sol se han de reunir y quedar suspendidas muy distintas especies, pero que en general, las materias más densas se encontrarán con mayor frecuencia cerca del centro que lejos de él, y que, aun siendo los planetas una mezcla de las más variadas materias, sus masas deben ser, en general, más densas a medida que se hallen más cerca del sol, y menos densas a medida que su distancia aumente.

A esta ley de densidades que reina entre los planetas, debe nuestro sistema su especial perfección en comparación con todas las otras concepciones que se hayan intentado o se intentarán aún con respecto a su origen. Newton que había determinado la densidad de algunos planetas por vía de cálculo, creía encontrar la causa de sus relaciones de distancia en la perfección de la decisión divina y en los motivos de las últimas finalidades de Dios: porque los planetas más cercanos al sol deben soportar más calor y los más alejados contentarse con menores grados de calor, lo que no parecería posible si los planetas más cercanos no estuviesen compuestos de materia más densa y los más alejados de materia más liviana. Pero no hace falta reflexionar mucho para darse cuenta de la insuficiencia de

esta explicación. Un planeta, por ejemplo nuestra tierra, está compuesto de materias sumamentes distintas entre sí; de éstas, tendrían que hallarse extendidas en la superficie las más livianas a las cuales una influencia uniforme del sol penetra y mueve en mayor grado y cuya composición tiene una relación con el calor que producen sus rayos; pero de ninguna manera aparece la necesidad de que la mezcla de las restantes materias del globo entero tenga esta relación, puesto que el sol no produce ningún efecto en el interior del planeta. Newton temía que la tierra, si se acercase a los rayos del sol tanto como Mercurio, ardería como un cometa y que su materia no ofrecería suficiente resistencia al fuego para no ser dispersada por el calor. Entonces sería mucho más probable que la materia del sol mismo que es cuatro veces más liviana que la de la tierra, fuese destruida por este calor. ¿Y porqué es la luna dos veces más densa que la tierra junto a la cual se halla suspendida en exactamente la misma distancia del sol? No es posible pues atribuir las densidades proporcionales a la relación con el calor solar sin enredarse en las más graves contradicciones. Se comprende más bien que una causa que ha distribuido los lugares de los planetas de acuerdo a la densidad de su conglomerado, debe haber tenido una relación con el interior de su materia y no con su superficie y que, no obstante esta consecuencia determinante, debe admitir una variedad de materias en un mismo cuerpo sideral, fijando sólo en el total de la composición aquella relación de densidad. Dejo pues al buen criterio del lector juzgar si todas estas consideraciones pueden ser satisfechas por otra ley estática que la expuesta en nuestra teoría.

La relación existente entre las densidades de los planetas lleva consigo otra circunstancia que coincide exactamente con la explicación que acabamos de dar y prueba lo acertado de nuestra teoría. El cuerpo sideral que se halla en el centro de otros globos que giran alrededor de él, es por lo común de una categoría más liviana que el más cercano de los últimos. La tierra con respecto a la luna y el sol con respecto a la tierra muestran esta relación de sus densidades. Según el cuadro que hemos expuesto, esta situación es necesaria. Los planetas inferiores han sido formados principalmente de los

desechos de la materia elemental que gracias a su mayor densidad han podido acercarse tanto al centro con el grado necesario de velocidad, mientras que el cuerpo central mismo ha sido formado sin diferencias de las materias de todas las categorías existentes que no han podido alcanzar sus movimientos regulares. Como entre ellas las materias livianas son las más numerosas, es fácil de comprender que, siendo el cuerpo o los cuerpos que se hallan más cerca del centro, algo así como una selección de los materiales más densos, y abarcando el cuerpo central una mezcla de todos sin distinción, la substancia de aquéllos tiene que ser más densa que la de éste. En efecto, la luna es dos veces más densa que la tierra y ésta cuatro veces más densa que el sol que a su vez, según toda probabilidad, es superado en grados más altos de densidad por loa planetas más bajos, Venus y Mercurio.

Dirigiremos ahora nuestra atención sobre la relación que de acuerdo a nuestra teoría debe existir entre las masas de los cuerpos siderales y sus distancias al sol para controlar el resultado de nuestro sistema con los cálculos infalibles de Newton. No hacen falta muchas palabras para explicar que el cuerpo central debe ser siempre la pieza principal de su sistema, es decir que el sol debe ser notablemente mayor en masa que todos los planetas, lo que también valdrá para Júpiter con respecto a sus satélites y para Saturno con respecto a los suyos. El cuerpo central se forma por la condensación de todas las partículas en toda la extensión de su esfera de atracción las cuales no han podido alcanzar la exacta determinación del movimiento orbital y la aproximada relación al plano común, y que indudablemente deben ser inmensamente más numerosas que las otras. Apliquemos esta observación principalmente al sol. Para estimar la extensión del espacio por el cual las partículas que han servido de materia elemental para la formación de los planetas, han sufrido en su curso circular la máxima desviación del plano común, podemos suponerlo algo más grande que la extensión del máximo desvío relativo de las órbitas planetarias. Pero al desviarse del plano común hacia ambos lados, la máxima inclinación relativa no *es* mayor de 7 grados y medio. Por consiguiente, podemos imaginar-

nos que toda la materia de la cual se han formado los planetas, había estado extendida sobre aquel espacio que está comprendido entre dos planos que pasan por el centro del sol e incluyen un ángulo de 7 grados y medio Pero una zona de 7 grados y medio de ancho que se extiende en dirección al círculo máximo, constituye algo más que la 17ª parte de la superficie de la esfera, es decir el espacio sólido entre los dos planos que recortan el espacio esférico en la anchura del ángulo mencionado, es algo más que la 17ª parte del volumen de toda la esfera. Por lo tanto, de acuerdo a esta hipótesis, toda la materia que ha sido utilizada para formar los planetas, constituiría aproximadamente la 17ª parte de aquella materia que el sol ha reunido de ambos lados para su composición en la extensión limitada por el más extremo planeta. Pero este cuerpo central tiene, frente al contenido total de todos los planetas, una ventaja que no es de 17 : 1, sino de 650 : 1, tal como lo determina el cálculo de Newton; pero también es fácil de comprender que en los espacios superiores más allá de Saturno, donde las formaciones planetarias o cesan o son raras, y donde sólo se han formado unos pocos cometas, y donde sobre todo los movimientos de la materia elemental, no capacitados para llegar al equilibrio de las las fuerzas centrales como en la región más cercana al centro, sólo se transforman en una caída casi general hacia el sol — que, repito, por todos estos motivos la masa del conglomerado solar debía alcanzar extraordinaria magnitud.

Pero para comparar los planetas entre sí con respecto a sus masas, destacamos en primer lugar que de acuerdo al género de formación que hemos demostrado, la cantidad de materia que entra en la composición de un planeta, depende principalmente del grado de su distancia del sol; 1) porque el sol con su propia atracción limita la esfera de atracción de un planeta, pero en igualdad de circunstancias limita menos las esferas de atracción de los planetas lejanos que las de los cercanos; 2) porque los círculos en los cuales han sido juntadas las partículas para la formación de un planeta más alejado, han sido descriptos con un radio mayor, por lo cual abarcan más materia elemental que los círculos más pequeños; 3)

porque por este mismo motivo, la anchura entre los dos planos de la máxima desviación con la misma cantidad de grados es más grande en una mayor distancia que en una menor. Por otra parte, esta ventaja que tienen los planetas más alejados sobre los más cercanos es reducida por el hecho que las partículas más cercanas del sol son más densas y, según toda apariencia, menos dispersa que las que se hallan a mayor distancia. Pero es fácil calcular que aquellas ventajas para la formación de grandes masas son muy superiores a estas limitaciones y que, en general, los planetas que se forman a mucha distancia del sol, deben reunir mayor cantidad de materia que los cercanos. Todo ello ocurre siempre que se da por establecido que la formación de planetas se realice únicamente en presencia del sol; pero cuando se forman varios planetas en distintas distancias, cada uno de ellos ha de limitar por su propia fuerza de atracción la esfera de atracción de otro, con lo cual se establece una excepción a la ley mencionada. Porque aquel planeta que se halla cerca de otro de considerable masa, ha de perder mucho de su zona de formación y ha de ser, por consiguiente, incomparablemente más pequeño de lo que su sola distancia del sol exigiría. Por lo tanto, aunque en términos generales, los planetas son de mayor masa cuanto más se alejan del sol — siendo Saturno y Júpiter, piezas principales de nuestro sistema, los más grandes porque se hallan a mayor distancia del sol, — encontramos excepciones de esta analogía, pero trasluciendo en ellas siempre la característica de la formación general que pretendemos establecer para los cuerpos siderales: a saber que un planeta de destacada magnitud les quita a sus vecinos a ambos lados de la masa que les correspondería de acuerdo a su distancia del sol, apropiándose una parte de las materias que deberían entrar en la formación de ellos. En efecto, Marte que debido a su lugar debería ser más grande que la Tierra, ha perdido parte de su masa por la fuerza de atracción de su gran vecino Júpiter; y el mismo Saturno, tan aventajado con respecto a Marte por su altura, no ha podido librarse totalmente de sufrir una merma considerable por la atracción de Júpiter, y me parece que Mercurio debe la excepcional pequeñez de su masa no sólo a la atracción del sol, tan cercano y poderoso, sino también a la vecindad de Venus que ha de ser un

planeta de considerable masa, comparando su probable densidad con su magnitud.

Coincidiendo así todo en forma tan perfecta como se la puede desear, para confirmar una teoría mecánica del origen de la estructura universal y de los cuerpos siderales, estimaremos ahora el espacio en que la materia elemental de los planetas ha sido extendida antes de su formación, para considerar en qué grado de tenuidad existía entonces este espacio y con cuánta libertad, o con cuán pocos obstáculos las partículas suspendidas en él habían podido realizar sus movimientos ordenadas por la ley. Si el espacio que abarcaba toda la materia de los planetas, se hallaba comprendido en aquella parte de la esfera saturniana que partiendo del centro solar estaba limitado por dos planos distantes entre sí siete grados en todas las alturas y constituía, por lo tanto, la 17ª parte de toda la esfera que se puede describir con el radio de la órbita de Saturno, pondremos, para calcular la tenuidad de la materia elemental planetaria que llenaba este espacio, para la altura de Saturno nada más que 100.000 diámetros de la Tierra. Entonces toda la esfera del círculo saturniano superará el contenido de la esfera terrestre 1.000 billones de veces [1]. Tomando, en vez de la 17ª parte, sólo la 20ª parte, el espacio en el cual se hallaba suspendida la materia elemental, debía superar el contenido cúbico de la esfera terrestre 50 billones de veces. Aceptando ahora, de acuerdo con Newton, la masa de todos los planetas con sus satélites como la 1/650 parte de la masa del sol, entonces la Tierra que sólo forma la 1/169282 parte de aquélla, estará en relación al total de la masa de toda la materia planetaria como 1 a 276½. Reduciendo, por lo tanto, toda esta materia a la misma densidad de la Tierra, obtendríamos un cuerpo que ocuparía un espacio 277½ veces el volumen de la tierra. Admitiendo además que la densidad de la Tierra en todo su conglomerado no sea mucho mayor que la densidad de la materia firme que se halla bajo su primera superficie (lo que coincidiría con las calidades que la figura de la Tierra exige), y que estas materias superiores sean aproximadamente 4 ó 5 veces más densas que el agua,

1 Por *billón* entendemos la unidad seguida de doce ceros. *(Nota del Traductor)*.

y que el agua sea mil veces más pesada que el aire, entonces la materia de todos los planetas, extendida hasta el grado de tenuidad del aire, ocuparía un espacio casi 1.400.000 veces mayor que el globo terrestre. Este espacio, comparado al que de acuerdo a nuestra teoría debía ocupar toda la materia extendida de los planetas, es 30 millones veces más pequeño, lo que significa que en la misma proporción era más tenue la extensión de la materia planetaria en este espacio que la de las partículas de nuestra atmósfera. Esta tenuidad debía ser tan grande como posible, para permitir a las partículas suspendidas toda libertad de movimiento, casi como si se hallasen en un espacio vacío, y limitar infinitamente la resistencia que podían oponerse mutuamente Pero también podían tomar por sí solas este estado de tenuidad, lo que no puede ser puesto en duda si pensamos un poco en la extensión que sufre la materia al ser transformada en vapores, o si consideramos, para no alejarnos del cielo, la tenuidad de la materia en las colas de los cometas que a pesar del enorme tamaño de su espesor, que ha de superar unas cien veces al diámetro de la Tierra, son tan transparentes que se puede ver a través de ellas las pequeñas estrellas, lo que la atmósfera nuestra, cuando la ilumina el sol, no permite siquiera en una altura miles de veces menor.

Terminaré este capítulo agregando una analogía que por sí sola puede hacer que la presente teoría de la formación mecánica de los cuerpos siderales se eleve de la probabilidad de una hipótesis a una certeza formal. Si el sol está compuesto de partículas de la misma materia elemental de la que se han formado los planetas, y sí la única diferencia reside en que en el sol se han acumulado las materias de todas las especies sin diferencia, mientras que en los planetas se han distribuido en distintas distancias de acuerdo a la densidad de sus especies, será necesario que, considerando las materias de todos los planetas reunidas, en toda su mezcla resulte una densidad aproximadamente igual a la densidad del cuerpo solar. Ahora bien, esta necesaria consecuencia de nuestro sistema halla una feliz confirmación en la comparación que el Señor de Buffon, este filósofo tan célebre, ha establecido entre las densidades de la totalidad de la ma-

teria planetaria y del sol. Encontró una similitud entre ambas como entre 640 o 650. Cuando las conclusiones naturales y necesarias de una teoría encuentran en las condiciones reales de la naturaleza tan felices confirmaciones, ¿será entonces posible creer que un mero azar haya motivado esta coincidencia entre la teoría y la observación?

CAPÍTULO III

DE LA EXCENTRICIDAD DE LAS ÓRBITAS PLANETARIAS Y DEL ORIGEN DE LOS COMETAS

No es posible considerar los cometas como una clase especial de cuerpos siderales, completamente distinta de la de los planetas. La naturaleza opera aquí, como en otras partes, por matices imperceptibles, y pasando por todos los grados de transformaciones, conecta, por medio de una cadena de eslabones, las calidades lejanas con las cercanas. La excentricidad es, en los planetas, consecuencia de defectos en el esfuerzo de la naturaleza para hacer exactamente circulares los movimientos planetarios; lo que la intervención de varios factores le impide alcanzarlos nunca, aunque las desviaciones son más grandes en las distancias mayores que en las menores.

Esta determinación conduce por medio de una escala continuada de todos los grados posibles de la excentricidad desde los planetas hasta los cometas, y aunque cerca de Saturno, el contacto entre ambas especies parece interrumpido de tal manera que la familia de los cometas parece totalmente separada de los planetas, ya hemos mencionado en la primera parte que más allá de Saturno bien puede haber aún otros planetas que, desviándose aún más en sus órbitas de la forma del círculo exacto se acercan más a la especie de los cometas, y que únicamente es por culpa de la falta de observación o de la dificultad de la misma que este parentesco no

pueda ser presentado a la vista con la misma claridad que a la razón.

En el capítulo primero de esta parte ya hemos mencionado un motivo que puede hacer excéntrica la órbita de un cuerpo sideral formado de la materia elemental suspendida, aun cuando se suponga que posea en todos sus lugares exactamente las fuerzas convenientes para el movimiento circular. Porque el planeta reúne las materias de alturas muy distantes entre sí en que las velocidades de los movimientos circulares son distintas, se juntan en él diversos grados propios de movimiento que difieren del grado de velocidad que corresponde a la distancia del planeta, imprimiéndole así una excentricidad por cuanto las distintas influencias de las partículas no compensan entre sí, por completo, sus respectivas desviaciones.

Si la excentricidad no tuviese otras causas, sería bastante pequeña en todas partes; también sería menor en los planetas pequeños y más alejados del sol que en los grandes y más cercanos, si es que se da por seguro que las partículas de la materia elemental mantenían antes efectivamente exactos movimientos circulares. Como estas determinaciones no coinciden con las observaciones, ya que, como lo dijimos, la excentricidad aumenta con la distancia del sol y la pequeñez de las masas parece constituir más bien una excepción en favor de un aumento de la excentricidad como lo vemos en Marte, estamos obligados a limitar la hipótesis del movimiento circular exacto de las partículas de la materia elemental en el sentido de que en las regiones cercanas al sol las dejamos acercarse mucho a esta exactitud de determinación, pero que las dejamos desviarse de ella en la medida en que estas partículas elementales se hallaban suspendidas más lejos del sol. Esta restricción del principio del libre movimiento circular de la materia elemental es más adecuada a la naturaleza. Pues no obstante la tenuidad del espacio que parece dejarles libertad para reducirse mutuamente al punto de la igualdad perfectamente equilibrada de las fuerzas centrales, no son menos considerables las causas que impiden la ejecución de esta finalidad de la naturaleza. Cuanto más lejos del sol se hallan las partículas dispersas de la materia elemental, tanto más débil es la fuerza que las obliga a caer. La resistencia de las partículas infe-

riores que inclina su caída lateralmente y lo obliga a adoptar un movimiento vertical con respecto al radio del círculo, disminuye en la medida en que ellas se retiran ante él para incorporarse al sol o iniciar movimientos circulares en zonas más cercanas. La especial liviandad específica de estos materiales provenientes de mayor altura no les permite efectuar el movimiento de caída que es la causa de todo, con la fuerza necesaria para hacer ceder las partículas que se oponen. Y suponiendo aun que estas lejanas partículas se limiten mutuamente, para llegar finalmente después de un largo período, a esta uniformidad, ya se habrán formado mientras tanto debajo de ellas pequeñas masas que son el comienzo de otros tantos cuerpos siderales los que, condensándose de materia débilmente movida, sólo tienen en su, caída hacia el sol movimiento excéntrico y, aun cuando por la incorporación de partículas más veloces en el camino son desviadas cada vez más de la caída vertical, quedan no obstante al final cometas cuando los espacios en que se han formado, han sido limpiados y vaciados por la atracción del sol y la formación de aglomeraciones especiales. Esta es la causa por la cual con la distancia del sol aumenta la excentricidad de los planetas y de aquellos cuerpos siderales que son llamados cometas porque en esta calidad superan notablemente a los primeros. Existen por cierto dos excepciones más que interrumpen la ley del incremento de la excentricidad con la distancia del sol, las que se observan en los dos planetas más pequeños de nuestro sistema: Marte y Mercurio. Pero en lo referente al primero, la causa debe atribuirse probablemente a la vecindad del tan poderoso Júpiter que, al privar por su atracción a Marte por su lado de todas las partículas necesarias para su formación, le deja sólo el lado del sol para su expansión, imponiéndole así un exceso de fuerza central y excentricidad. Pero en lo que se refiere a Mercurio, el más interior, pero también el más excéntrico de los planetas, es fácil comprender que el sol cuya velocidad giratoria está lejos de igualar la velocidad de Mercurio, opone a la materia del espacio que lo rodea tanta resistencia que no sólo privaría a las partículas más inmediatas de su movimiento central, sino que podría también extender esta resistencia fácilmente hasta

Mercurio, reduciendo así considerablemente la velocidad de su movimiento.

La excentricidad es la principal característica de los cometas. Sus atmósferas y colas que en los momentos de gran acercamiento al sol se extienden debido al calor, no son más que consecuencias de aquélla, aun cuando en los tiempos de la ignorancia han servido como inusitadas apariciones terroríficas para anunciar a la plebe alguna profecía imaginaria Los astrónomos que dedican más atención a las leyes de movimiento que a lo extraño de la figura, observan una segunda calidad que distingue la especie de los cometas de la de los planetas, a saber que ellos no se limitan como los planetas a lar zona del *Zodíaco,* sino realizan sus revoluciones libremente en todas las regiones del cielo. Esta singularidad tiene la misma causa que la excentricidad. Si los planetas han limitado sus órbitas a la estrecha zona del Zodíaco porque la materia elemental adquiere en las cercanías del sol movimientos circulares que en cada revolución tratan de cruzar el plano de relación y no dejan al cuerpo una vez formado desviarse de esta superficie hacia la cual se precipita toda materia desde ambos lados, entonces es evidente que la materia elemental de los espacios muy alejados del centro que movida débilmente por la atracción no puede llegar al libre movimiento circular, no puede, por la misma causa que produce la excentricidad, estar capacitada para acumularse a esta altura en el plano de relación de todos los movimientos planetarios, para conservar los cuerpos allá formados dentro de aquel carril. Ocurrirá más bien que la materia elemental dispersa, no estando limitada a determinada zona como en el caso de los planetas inferiores, se concentrará para formar cuerpos siderales con la misma facilidad en un lado que en otro y con la misma frecuencia a una distancia lejana que a una cercana al plano de relación. Por ello, los cometas bajarán hacia nosotros con absoluta libertad desde todas las regiones. Sin embargo, aquellos cometas cuyo primer lugar de formación no está muy por encima de las órbitas de los planetas, demostrarán una menor desviación de los límites de su órbita y menos excentricidad. Esta libertad sin leyes de los cometas con respecto a sus desviaciones, aumenta en la medida de su distancia del centro del sistema y pierde en la profun-

didad del cielo hasta llegar a una carencia completa de movimiento, quedando los cuerpos más extremos que se forman, en total libertad para su caída hacia el sol y alcanzándose así los últimos límites de la constitución sistemática.

En este esbozo de los movimientos de los cometas pongo como preestablecido que su dirección coincidirá en su mayor parte con la de los planetas. En los cometas cercanos, ello me parece fuera de duda, y esta uniformidad no puede perderse en la profundidad del cielo antes de aquella región en que la materia elemental dotada de la mayor debilidad de movimiento inicia la caída hacia cualquier dirección, puesto que el tiempo que se necesitaría para transmitirle desde las regiones inferiores una unanimidad de dirección, es demasiado largo a causa de la distancia para producir aquel efecto al mismo tiempo en que se efectúa la formación de la naturaleza en la región inferior. Existirán pues tal vez cometas animados de movimiento retrógrado, es decir, de Oriente a Occidente, aunque por motivos que dudo en aducir aquí, casi quisiera estar convencido que de los 19 cometas en que se ha observado esta singularidad, algunos pueden haber motivado esta observación a causa de un engaño óptico.

Tengo que agregar algo sobre las masas de los cometas y la densidad de su materia. Por los motivos expuestos en el capítulo anterior deberían generarse normalmente en las regiones superiores de la formación de estos cuerpos siderales, masas tanto más grandes cuanto mayores sean las distancias. Y se puede creer efectivamente que algunos cometas son más grandes que Saturno y Júpiter; pero no se puede creer de ninguna manera que la magnitud de las masas vaya aumentando continuamente. La dispersión de la materia elemental y la liviandad específica de sus partículas hacen que la formación en la zona más alejada del espacio solar sea lenta; la indeterminada expansión de la materia en toda la inmensa dimensión de este espacio sin ninguna determinación de concentrarse hacia un cierto plano, permite que en vez de una sola formación considerable se produzcan muchas pequeñas, y la falta de la fuerza central hace caer la mayor parte de las partículas hacia el sol antes de que se hayan reunido en masas.

La densidad específica de la materia de la cual se forman los cometas, es más notable que la magnitud de sus masas. En vista de que se forman en la más alta región de la estructura solar, las partículas de su composición son presumiblemente de la especie más liviana, y no se puede dudar que ésta es la causa principal de los globos de niebla y las colas que los distinguen entre todos los otros cuerpos siderales. Esta dispersión en forma de vapor de la materia de los cometas no se puede atribuir principalmente al efecto del calor solar. Algunos cometas, en su mayor aproximación al sol apenas alcanzan la órbita de la Tierra, y muchos permanecen entre las órbitas de la Tierra y de Venus hasta su regreso. Si un grado tan moderado de calor diluye y evaporiza tan completamente las materias que se hallan en la superficie de aquellos cuerpos, es necesario que éstos estén formados del elemento más liviano que por efectos del calor sufra mayor disolución que cualquier otra materia en toda la naturaleza.

Tampoco se puede atribuir estos vapores que tan frecuentemente surgen de los cometas, al calor que su cuerpo haya retenido de una eventual anterior proximidad al sol. Pues aunque se puede suponer que un cometa en la época de su formación haya recorrido algunos círculos con un mayor grado de excentricidad y que ésta sólo se haya reducido paulatinamente, es innegable que los otros planetas a los que se podría atribuir lo mismo, no muestran aquel fenómeno. Pero tendrían que mostrarlo si las especies de la materia más fina que entran en la composición del planeta, fuesen tan frecuentes como en los cometas.

En la tierra hay algo que se puede comparar con los vapores y las colas de los cometas[1]. Las partículas más finas que el efecto del sol retira de su superficie, se acumulan alrededor de uno de los polos, cuando el sol efectúa la mitad de su recorrido sobre el hemisferio opuesto. Las partículas más finas y eficientes que se levantan en la zona tórrida de la tierra, al llegar a cierta altura de la atmósfera, son obligadas por la influencia de los rayos solares a emigrar y acumularse en aquellas zonas que se hallan opuestas

[1] Son las auroras boreales. *(Nota de Kant.)*

al sol y hundidas en una larga noche, recompensando a los habitantes de la zona glacial por la ausencia de la luz grande que les envía hasta en esta distancia los efectos de su calor. Esta misma fuerza de los rayos solares que produce las auroras boreales, produciría una zona nebulosa con una cola, si las partículas más finas y fugaces se encontrasen en la tierra con la misma frecuencia que en los cometas.

CAPÍTULO IV

DEL ORIGEN DE LA LUNA Y DE LOS MOVIMIENTOS DE LOS PLANETAS ALREDEDOR DE SU EJE

La tendencia de un planeta de formarse del volumen de la materia elemental, es al mismo tiempo la causa de su movimiento de rotación y produce las lunas que han de girar alrededor de él. Lo que el sol con sus planetas es en medida mayor, lo representa un planeta que tiene una extensa esfera de atracción, en una medida menor, a saber la pieza principal de un sistema cuyas partes han sido puestas en movimiento por la atracción del cuerpo central. Al poner en movimiento para su formación las partículas de la materia elemental en todo el volumen, el planeta producirá durante el proceso de su formación, de la influencia recíproca que todos estos movimientos de caída ejercen unos sobre otros, movimientos circulares que al final todos han de tomar una dirección común y de los cuales una parte recibirá la moderación conveniente del libre curso circular, moderación que los hace acercarse a un plano común. En este espacio se formarán igual que alrededor del sol los planetas principales, alrededor de éstos las lunas, si la fuerza de atracción de los planetas es suficientemente extensa para presentar circunstancias favorables a su creación. Lo que hemos dicho con respecto al origen del sistema solar, podrá naturalmente ser aplicado con suficiente analogía al sistema de Júpiter y de Saturno. Los satélites han de coordinar sus órbitas todas en un mismo sentido y casi sobre un plano, y ello

por los mismos motivos que determinan esta analogía en la medida mayor. Pero ¿por qué se mueven estos satélites en su dirección común hacia el lado en que corren los planetas, en vez de cualquier otro lado? No siendo producidas sus revoluciones por los movimientos circulares y siendo la causa únicamente la atracción del planeta principal, todas las direcciones son iguales y un detalle casual decidirá cuál de todas las posibles tomará el movimiento de caída de la materia al transformarse en círculo. En efecto, el curso circular del planeta principal no contribuye en nada para imprimir a la materia de la cual se formarán sus satélites, las revoluciones que realizará alrededor de él. Todas las partículas que rodean al planeta, participan del movimiento de éste alrededor del sol y se hallan por lo tanto en reposo con respecto al planeta. La atracción del planeta por sí sola hace todo. Pero el movimiento circular que debe nacer de ella sin que exista preferencia con respecto a las posibles direcciones, sólo necesita una pequeña determinación proveniente de afuera para iniciarse más bien en una dirección que en otra. Y este pequeño grado de determinación lo recibe del avance de las partículas elementales que acompañan al planeta, pero con mayor velocidad, en su revolución alrededor del sol, hasta que entran en la esfera de atracción del planeta. Porque debido a ésta, las partículas más cercanas al sol y que giran con una velocidad mayor, son obligadas a abandonar su dirección originaria cuando se hallan aún lejos, y a levantarse por encima del planeta en una desviación oblonga. Teniendo un mayor grado de velocidad que el planeta mismo en el momento de ser atraído hacia éste, imprimen a su caída rectilínea y también a la caída de las otras partículas una desviación de Occidente hacia Oriente, y esta ligera influencia es suficiente para provocar que el movimiento curvilíneo en que se transforma la caída, tome más bien ésta que cualquier otra dirección. Por esta causa, todas las lunas coincidirán en su dirección con la dirección de la revolución del planeta principal. Pero tampoco los planos de sus órbitas pueden desviarse mucho del plano de las órbitas planetarias, porque la materia de la cual se forman, es conducida por la misma causa que hemos aducido para la dirección

en general, a la más exacta determinación de la dirección, es decir la coincidencia con el plano de los círculos principales.

Todo ello permite ver claramente bajo qué circunstancias un planeta puede conseguir satélites. Su fuerza de atracción debe ser grande y por consiguiente, la dimensión de su esfera de acción debe ser extensa para que tanto las partículas cayendo hacia el planeta desde una altura elevada puedan obtener, pese a la disminución producida por la resistencia, la velocidad necesaria para su libre movimiento circular, como también para que haya suficiente cantidad de materia para la formación de las lunas en esta región, lo que no puede suceder si la atracción es pequeña. Por ella, sólo los planetas de grandes masas y larga distancia son dotados de satélites. Júpiter y Saturno, los dos más grandes y también más lejanos planetas, tienen la mayor cantidad de lunas. La Tierra, siendo mucho más pequeña que aquéllos, sólo obtuvo una, y Marte a quien le correspondería por su distancia participar de esta ventaja, quedó defraudado, porque su masa es demasiado pequeña.

Se observa con satisfacción cómo la misma atracción del planeta que acumulaba la materia para la formación de las lunas y determinaba al mismo tiempo su movimiento, se extiende también sobre su mismo cuerpo, imprimiéndose éste por el mismo acto de su formación, una rotación alrededor de su eje en la dirección general de occidente a oriente. Las partículas de la materia elemental que en su caída, como dijimos, han adoptado un movimiento giratorio general en dirección de occidente a oriente, caen en su mayoría sobre la superficie del planeta y se mezclan con su núcleo porque no poseen los bien medidos grados para mantenerse libremente suspendidas en movimientos circulares. Al entrar en la composición del planeta, deberán continuar, como parte del mismo, el movimiento giratorio en exactamente la misma dirección que tenían antes de ser reunido a él. Y como en general, de lo anteriormente dicho se evidencia que la cantidad de partículas que la falta del movimiento necesario arroja hacia el cuerpo central, debe superar en mucho la cantidad de aquellas que han podido obtener los grados adecuados de velocidad, se comprende también fácilmente por qué la velocidad que éste alcanzará en su rotación, aun cuando

estará lejos de poder equilibrar la gravedad reinante en su superficie con la fuerza centrífuga, ha de ser mucho mayor en planetas de gran masa y larga distancia que en los cercanos y pequeños. En efecto, Júpiter tiene la rotación más veloz que conocemos, y no sé qué sistema podría explicar esto en un cuerpo cuyo conglomerado es superior a todos los otros, a no ser que se pueda considerar sus movimientos como el efecto de la atracción que este cuerpo sideral ejerce precisamente en la medida de este conglomerado. Si la rotación fuera un efecto de una causa exterior, Marte debería girar más rápido que Júpiter, puesto que la misma fuerza motriz mueve a un cuerpo menor más rápido que a un cuerpo mayor, y además habría motivo justificado para extrañarse cómo es posible que pese a la disminución de todos los movimientos a mayor distancia del centro, las velocidades de las rotaciones aumentan a medida de estas distancias, llegando a ser en Júpiter dos veces y media más rápida que su misma revolución anual.

Teniendo que aceptar forzosamente que la rotación diaria de los planetas responde a la misma causa que es la fuente general del movimiento de la naturaleza, es decir la atracción, se verá que este modo de explicar confirmará su exactitud por el privilegio natural de su concepto básico y por una conclusión que sin artificio se deduce de él.

Mas si la misma formación de un cuerpo produce el movimiento de rotación, es justo que todas las esferas de la estructura mundial posean esta rotación. ¿Cómo no lo posee la luna que según algunos astrónomos aunque erróneamente, parece haber recibido aquella clase de rotación por la cual muestra a la tierra siempre el mismo lado, más bien de cierta preponderancia de un hemisferio que de un auténtico movimiento de revolución? ¿Será que la luna habrá tenido en épocas anteriores una rotación más rápida, habiendo sido llevado al actual resto débil y limitado por no sé qué causas que paulatinamente han reducido aquel movimiento? Con solucionar este problema en lo referente a uno de los planetas, se obtiene automáticamente la aplicación a todos. Dejaré esta solución para otra oportunidad, ya que se halla lógicamente vincu-

lada al tema que la Real Academia de las Ciencias de Berlín ha propuesto para el certamen del año 1754[1].

La teoría que debe explicar el origen de las rotaciones, debe poder deducir también de las mismas causas la dirección de sus ejes con relación al plano de sus órbitas. Hay motivo para extrañarse por qué el ecuador de la rotación diaria no se halla en un mismo plano con el de los círculos lunares que corren alrededor del mismo planeta. Pues el mismo movimiento que ha ordenado la revolución de un satélite, se extiende hasta el cuerpo del planeta, produciendo su rotación y debiendo, por lo tanto, conferirle esta misma determinación en la dirección y posición. Aquellos cuerpos siderales que no poseen satélites, entraron sin embargo, debido al movimiento de las partículas que formaron su masa y a la misma ley que los limitaba al plano de su órbita periódica, en un movimiento de rotación que por las mismas causas debía coincidir en la dirección con su plano de rotación. Como consecuencia de estas causas, los ejes de todos los cuerpos siderales deberían estar en posición vertical con relación al plano general de relaciones del sistema planetario que no se desvía mucho de la eclíptica. Mas la posición vertical existe sólo en las dos piezas más importantes de esta estructura mundial, en Júpiter y en el Sol; los otros planetas cuya rotación se conoce, inclinan sus ejes hacia el plano de sus órbitas, Saturno más que los otros, la Tierra más que Marte cuyo eje se halla también en posición casi vertical con relación a la eclíptica. El ecuador de Saturno (si se lo puede considerar como indicado por la dirección de su anillo), se inclina en un ángulo de 31 grados hacia el plano de su órbita, mientras él de la Tierra es de sólo 23 grados y medio. Tal vez sea posible atribuir la causa de estas desviaciones a la desigualdad en los movimientos de la materia que han concurrido para formar el planeta. En la dirección del plano de su órbita se hallaba el principal movimiento de las partículas alrededor del centro, y allí mismo se hallaba el plano de relación

[1] Kant ha tratado esta cuestión de la variabilidad del movimiento de ro-rotación de la Tierra en una nota titulada: *Untersuchung der Frage ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse. . . einige Veränderung erlitten habe,* 1754 (t. VI de la edición de Rosenkranz y Schubert, p. 3). *(Nota del Editor.)*

alrededor del cual se acumulaban las partículas elementales, para hacer allí el movimiento lo más exactamente circular que era posible, y acumular materia para la formación de planetas satélites que por ello nunca se desvían mayormente de la órbita. Si el planeta se formara en su mayor parte sólo de estas partículas, su rotación igual que la de los satélites que giran alrededor de él, no se hubiera desviado de ella durante su primera formación. Pero como la teoría lo ha demostrado, el planeta se forma más bien de las partículas que han caído desde ambos lados y cuya cantidad y velocidad parecen no haber sido tan perfectamente medidas como para que un hemisferio no hubiera podido alcanzar una ligera preponderancia sobre el otro y por consiguiente una cierta desviación del eje.

Pese a estos argumentos, presento esta explicación sólo como una suposición que no me atrevo a afirmar. Mi verdadera opinión es que la rotación de los planetas aldededor de su eje en el estado original de su primera formación haya coincidido bastante exactamente con el plano de su órbita anual, y que hayan existido causas que han desviado este eje de su primera posición. Al pasar de su estado fluido primitivo al estado sólido, un cuerpo sideral sufre durante este proceso de formación definitiva, un gran cambio en la regularidad de su superficie. Ella se solidifica y endurece mientras las materias más profundas no se han hundido todavía suficientemente en la medida de su peso específico; las categorías más livianas que estaban entremezcladas en su conglomerado, se ubican, separándose de las primeras, bajo la superior corteza solidificada y producen las grandes cuevas de las cuales, por motivos cuya explicación nos llevaría demasiado lejos, las más grandes y extensas se hallan bajo o cerca del ecuador y en las que finalmente se hunde la mencionada corteza, produciendo diversas desigualdades, alturas y cuevas. Cuando de esta manera, como en la Tierra, la Luna y Venus ha ocurrido con toda evidencia, la superficie ha llegado a ser desigual, ya no pudo mantener el equilibrio del movimiento con respecto al eje de rotación. Algunas partes destacadas de considerable masa que en la parte contraria no hallaron otras que podían ofrecerles el equilibrio de impulso, debían desviar muy pronto el eje de la rotación, tratando de llevarla a una posición

en que las materias quedaban equilibradas. La misma causa pues, que durante la formación definitiva de un cuerpo sideral ha transformado su superficie del estado horizontal en abruptas desigualdades, esta causa general que se comprueba en todos los cuerpos siderales que el telescopio puede observar con suficiente claridad, los ha obligado a cambiar un poco la posición original de sus ejes. Pero este cambio tiene sus límites que les impiden desviarse demasiado. Las desigualdades se muestran, como quedó dicho, en mayor cantidad cerca del ecuador de una esfera sideral en rotación que a distancia del mismo, perdiéndose casi por completo hacia los polos, lo que me reservo explicar en otra oportunidad. Por consiguiente, las masas que más se destaquen sobre la superficie, se hallarán cerca del círculo ecuatorial, y como por el privilegio del impulso tratarán de acercarse a éste, sólo podrán levantar en unos pocos grados el eje del cuerpo sideral de su rotación vertical con respecto al plano de su órbita. Por consiguiente, un cuerpo sideral todavía no definitivamente formado mantendrá esta posición vertical de su eje con respecto al plano de su órbita y la cambiará tal vez sólo en el curso de largos siglos. Júpiter parece encontrarse todavía en este estado. La preponderancia de su masa y magnitud y la liviandad de su materia lo han obligado a llegar al estado sólido de su materia algunos siglos más tarde que otros cuerpos siderales. Quizá el interior de su núcleo está todavía en movimiento para hacer caer las partes de su composición hacia el centro, de acuerdo a su peso, y para llegar al estado de solidez separando las especies más livianas de las pesadas. Siendo así, no puede haber todavía reposo en su superficie. Los derrumbamientos y las ruinas predominan en ella. El mismo telescopio nos lo ha mostrado. La forma de este planeta cambia continuamente, mientras la Luna, la Tierra y Venus la mantienen inalterable. No faltan, por otra parte, motivos para fijar en varios siglos más tarde el período de formación definitiva de un cuerpo sideral que supera nuestra Tierra en volumen más de veinte mil veces y es superado por ella cuatro veces en densidad. Cuando su superficie habrá alcanzado la tranquilidad, no hay duda de que desigualdades mucho más grandes que las que cubren la superficie terrestre, junto con la velocidad de su impulso darán a

su rotación en un lapso no muy largo aquella posición fija que exigirá el equilibrio de las fuerzas en él reunidas.

Saturno, que es tres veces más pequeño que Júpiter, puede haber recibido gracias a su mayor distancia, la ventaja de una más rápida formación definitiva; por lo menos su rotación mucho más veloz y la gran relación de su fuerza centrífuga con respecto a la gravedad reinante en su superficie (lo que se explicará en el próximo capítulo) hacen que las desigualdades que se puede suponer causadas por ellas, hayan producido la desviación hacia el lado de la preponderancia por una inclinación del eje. Confieso francamente que esta parte de mi sistema que se refiere a la posición de los ejes planetarios, es todavía imperfecta y dista mucho de ser sometida al cálculo geométrico. He preferido manifestarlo sinceramente, en vez de retacear el valor del resto de la teoría con diversos argumentos ficticios, y de crearle un lado vulnerable. El capítulo siguiente puede confirmar lo fidedigno que es toda la hipótesis por la cual hemos querido explicar los movimiento de la estructura mundial.

CAPÍTULO V

DEL ORIGEN DEL ANILLO DE SATURNO Y CALCULO DE LA ROTACIÓN DIARIA DE ESTE PLANETA EN BASE DE SUS CARACTERÍSTICAS

Debido a la constitución sistemática reinante en la estructura mundial, las partes de la misma están vinculadas entre sí por una variación gradual de sus calidades, y se puede suponer que un planeta ubicado en la región más alejada del mundo tenga aproximadamente las mismas determinaciones que las que obtendría el más cercano cometa, si por la disminución de la excentricidad llegara a ser elevada a la familia planetaria. Consideraremos pues a Saturno como si hubiera realizado varias revoluciones con mayor excentricidad y de un modo parecido al movimiento de los cometas y hubiera sido reducido paulatinamente a una órbita más parecida al círculo [1]. El calor que se le incorporó durante su proximidad al Sol, hizo levantarse la materia más liviana de su superficie, pues según hemos sabido en los capítulos anteriores, esta materia es en los cuerpos siderales superiores de una tenuidad tan excesiva que pocos grados de calor bastan para su expansión. Pero después que en algunas revoluciones el planeta ha sido llevado a la distancia en que se halla suspendido ahora, perdió en este clima moderado

[1] O, lo que es más probable, que haya expandido una atmósfera cometaria, mientras se hallaba en estado similar al de un cometa como se halla todavía ahora debido a su excentricidad, y antes que la materia más liviana de su superficie haya sido dispersada por completo. (*Nota de Kant.*)

el calor recibido y los vapores que desde su superficie seguían extendiéndose alrededor de *él,* dejaron paulatinamente de elevarse en forma de colas. Tampoco se elevaron con la misma frecuencia nuevos vapores para aumentar los anteriores, y finalmente, los vapores que ya lo rodeaban, quedaron por motivos que en seguida expondremos, en suspenso alrededor de él, manteniendo la característica de su anterior naturaleza similar a la de cometas, en forma de un anillo permanente, mientras que su cuerpo exhalaba el calor y llegó a ser al final un planeta reposado y purificado. Ahora indicaremos el secreto que pudo conservar a este cuerpo sideral los vapores que *se* elevaron de él, en libre suspenso y hasta transformarlos de una atmósfera extendida alrededor de él en la forma de un anillo equidistante. Supongo que Saturno haya efectuado una rotación alrededor de su eje; y nada más que esto es necesario para descubrir todo el secreto. Ninguna otra fuerza motriz que esta sola ha conseguido el mencionado fenómeno por medio de un efecto mecánico inmediato; y me atrevo a afirmar que en toda la naturaleza pocas cosas pueden ser reducidas a un origen tan plausible como este fenómeno especial del cielo puede ser deducido del estado bruto de la primera formación.

Los vapores que se elevaron de Saturno, llevaron en sí el movimiento y lo continuaron libremente en la altura a que habían llegado, tal como lo habían tenido cuando eran parte de su rotación. Las partículas que se elevaron desde la vecindad del ecuador del planeta, debían haber tenido los movimientos más veloces, mientras las más alejadas hacia los polos han tenido movimientos tanto más débiles cuanto mayor era la latitud del lugar desde donde se elevaron. La relación del peso específico determinaba a las partículas las distintas alturas a que se elevaron; pero sólo aquellas partículas podían conservar los lugares de su distancia en el continuo y libre movimiento circular, cuyas distancias exigían una fuerza central tal como ellas la podían prestar con la velocidad que llevaban impresas desde que participaron del movimiento de rotación; las restantes partículas, descontando las que las influencias mutuas de las otras hayan podido llevar a aquel equilibrio, o deben alejarse de la esfera del planeta con su exceso de velocidad, o por la falta

de ella están obligadas a recaer sobre el planeta. Las partículas dispersas en toda la extensión de la esfera de vapores tratarán, debido a estas mismas leyes centrales, de cruzar en el movimiento de su impulso desde ambos lados el plano prolongado del ecuador del planeta, y como al encontrarse en este plano desde ambos hemisferios se detendrán mutuamente, tendrán que acumularse en el mismo; y como supongo que los mencionados vapores son aquellos que el planeta para su enfriamiento hace subir en último término, toda la materia vaporosa dispersa ha de acumularse cerca de este plano en un espacio no muy ancho, dejando vacíos los espacios a ambos lados. Pero en esta nueva y cambiada dirección continuarán el mismo movimiento que los mantiene suspensos en libres movimientos circulares y concéntricos. De esta manera, la atmósfera vaporosa cambia de forma, abandonando la de una esfera llena y adoptando la de un disco plano que coincide exactamente con el ecuador de Saturno; pero también este disco ha de adoptar finalmente por las mismas causas mecánicas la forma de un anillo, cuyo borde exterior será determinado por el efecto de los rayos solares cuya fuerza dispersa y aleja aquellas partículas que se han apartado hasta una determinada distancia del centro del planeta, en la misma forma lo hace en los cometas, delimitando así el límite exterior de su atmósfera. El borde interior del anillo en formación es determinado por la relación de la velocidad ecuatorial del planeta. Pues en aquella distancia de su centro en que esta velocidad está en equilibrio con la atracción del lugar, se halla el punto más cercano en que las partículas que se han elevado desde su superficie, pueden describir círculos, debido al movimiento propio de la rotación. Las partículas más cercanas que necesitan para esta revolución una velocidad mayor, pero que no pueden tenerla porque en el mismo ecuador la velocidad no es mayor, son llevadas así a describir órbitas excéntricas que se cruzan mutuamente y debilitan sus respectivos movimientos, hasta que todos finalmente recaen sobre el planeta del que se habían separado. Así vemos cómo el fenómeno tan maravilloso como extraño cuyo aspecto desde su descubrimiento siempre ha provocado la admiración de los astrónomos y cuya causa nunca se tuvo una esperanza siquiera probable

de descubrir, ha nacido de una manera mecánica tan fácil como exenta de toda hipótesis. Lo que le sucedió a Saturno, le sucedería con la misma regularidad, según puede concluirse ahora fácilmente, a cualquier cometa que tuviera la suficiente rotación y estuviera ubicado en una altura permanente en que su cuerpo pudiera enfriarse paulatinamente. Abandonadas sus fuerzas a sí mismas, la naturaleza, hasta en el caos, es fértil en maravillosos desarrollos, y la posterior formación definitiva conduce a tan magníficas relaciones y coincidencias al común beneficio de la criatura que hasta en las leyes eternas e inmutables de sus calidades esenciales dan a conocer con unánime certeza aquel Ser grande en el cual por su común dependencia concuerdan en una armonía del Universo. Saturno tiene grandes ventajas de su anillo; aumenta su día e ilumina su noche bajo tantas lunas de tal manera que es fácil olvidar la ausencia del sol. ¿Pero será esto motivo suficiente para negar que el desarrollo general de la materia por medio de las leyes de la mecánica sin otras que las necesarias para sus determinaciones generales, haya podido producir relaciones que son beneficiosas a la criatura razonable? Todos los seres están vinculados por una misma causa que es la sabiduría de Dios; por ello, no pueden traer consigo otras consecuencias que las que conducen a un concepto de la depuración en esta misma idea divina.

Calcularemos ahora el tiempo de la rotación de este cuerpo sideral a partir de las relaciones que tiene con su anillo, de acuerdo a la hipótesis de su origen que hemos expuesto. Como todo movimiento de las partículas del anillo es un movimiento incorporado de la rotación de Saturno en cuya superficie se hallaban, el movimiento más rápido entre los que tienen estas partículas, coincide con la rotación más rápida que se encuentra en la superficie de Saturno, es decir, la velocidad con que corren las partículas del anillo en su margen interior, es igual a la que el planeta tiene en su ecuador. Pero es fácil encontrar aquélla buscándola por medio de la velocidad de uno de los satélites de Saturno y tomando ésta en la relación de la raíz cuadrada de las distancias del centro del planeta. De la velocidad encontrada se deduce directamente el tiempo de la rotación de Saturno alrededor de su eje; este tiempo

es de *seis horas, veintitrés minutos y cincuenta y tres segundos.* Este cálculo matemático de un movimiento desconocido de un cuerpo sideral, que tal vez es la única predicción de su clase en la ciencia natural propiamente dicha, espera ser confirmada por las observaciones del porvenir. Los telescopios hasta ahora conocidos no aumentan a Saturno de tal manera que por ellos se pudiera descubrir las manchas que se puede suponer en su superficie, para conocer por el avance de ellas su rotación alrededor del eje. Mas los telescopios posiblemente no han alcanzado todavía aquella perfección que es de esperar y que la diligencia y la habilidad de los artífices parecen prometernos. Si se llegara algún día a confirmar nuestras suposiciones por la observación, ¡cuánta certeza no alcanzaría la teoría de Saturno y cuán fidedigno no aparecería todo el sistema erigido sobre los mismos argumentos! El tiempo de la rotación diaria de Saturno trae consigo también la relación de la fuerza centrífuga de su ecuador con respecto a la gravedad reinante en su superficie; ella es en relación a ésta como 20 a 32. La gravedad, por lo tanto, sólo es en 3/5 superior a la fuerza centrífuga. Esta relación tan grande causa necesariamente una diferencia muy considerable de los diámetros de este planeta, y sería de temer que resultase tan grande que la observación, por poco que el telescopio aumente este planeta, la haría demasiado evidente ante los ojos — lo que en realidad no ocurre —, y que toda la teoría sufriría por ello un golpe desfavorable. Un examen minucioso aleja por completo esta dificultad. De acuerdo a la hipótesis de Huygens que supone que la gravedad en el interior de un planeta sea en todas partes la misma, la relación existente entre la diferencia de los diámetros y el diámetro del ecuador es dos veces menor que la relación existente entre la fuerza centrífuga y la gravedad bajo los polos. Por ejemplo, como en la tierra la fuerza centrífuga del ecuador es la 1/289 de la gravedad bajo los polos, de acuerdo a la hipótesis de Huygens el diámetro del ecuador debe ser 1/578 mayor que el eje polar de la Tierra. La causa es la siguiente: como de acuerdo a la premisa la gravedad en el interior del cuerpo terrestre es en cualquier proximidad al centro la misma que en la superficie, y como por otra parte la fuerza centrífuga

decrece a medida que se aproxima al centro, ésta no es en todas partes la 1/289 de la gravedad, sino toda la reducción del peso de la columna líquida en el plano ecuatorial es, por la misma causa, no 1/289, sino la mitad de ello, es decir 1/578. En cambio, en la hipótesis de Newton la fuerza centrífuga provocada por la rotación tiene en todo el plano del ecuador hasta el centro una misma relación a la gravedad del lugar, porque ésta decrece en el interior del planeta (suponiendo que sea por entero de densidad uniforme) con la distancia del centro en la misma proporción en que decrece la fuerza centrífuga, por la cual ésta es siempre 1/289 de la gravedad. Así se ocasiona una disminución del peso de la columna líquida en el plano ecuatorial y también un levantamiento de la misma por 1/289, aumentándose en esta teoría la diferencia de los diámetros aún más por el hecho de que la reducción del eje polar conduce a un acercamiento de las partes hacia el centro y por ello a un aumento de la gravedad, mientras la prolongación del diámetro ecuatorial trae consigo un alejamiento de las partes del mismo centro y por ello una reducción de su gravedad, aumentando todo ello el achatamiento del esferoide newtoniano de tal manera que la diferencia de los diámetros es elevada de 1/289 a 1/250.

De acuerdo a estos argumentos, los diámetros de Saturno deberían estar en una relación aún mayor que la de 20 a 32; deberían acercarse casi a la proporción de 1 a 2, diferencia que es tan grande que por más pequeño que aparezca Saturno en los telescopios, un mínimo de atención no dejaría de observarla. Pero todo ello sólo demuestra que la premisa de la densidad uniforme que con respecto al cuerpo terrestre parece bastante exacta, en el caso de Saturno dista demasiado de la verdad, lo que de por sí es probable en un planeta cuyo conglomerado consiste en la mayor parte de su contenido de los materiales más livianos y que, antes de llegar al estado de solidez, permite a las materias más pesadas que entran en su composición, una caída hacia el centro de acuerdo a su peso con mucho mayor libertad que aquellos cuerpos siderales cuya materia más densa retarda el hundimiento de las materias y las solidifica antes de que se hundan. Suponiendo pues que en Saturno la densidad de sus materias aumenta a medida que

se aproxima al centro, la gravedad ya no decrece en la misma proporción, sino el aumento de densidad reemplaza la falta de aquellas partes que están colocadas por encima de la altura del punto ubicado en el planeta y que no contribuyen por su atracción a su gravedad [1]. Si esta densidad preponderante de los materiales más profundos es muy grande, transforma, gracias a las leyes de la atracción, la gravedad que en el interior y hacia el centro disminuye fuerza y aproxima la relación de los diámetros a la establecida por Huygens que es siempre la mitad de la relación entre la fuerza centrífuga y la gravedad. Por consiguiente, como ellas estaban en proporción de 2 a 3, la diferencia de los diámetros de este planeta no será 1/3, sino 1/6 del diámetro ecuatorial. Esta diferencia es además ocultada por el hecho de que Saturno, cuyo eje forma en el plano de su órbita en todo momento un ángulo de 31 grados, no ofrece nunca, como ocurre en Júpiter, la posición directa de su eje hacía el ecuador, reduciéndose así aparentemente la diferencia anterior en casi la tercera parte. En vista de estas condiciones y principalmente de la gran distancia de este planeta es fácil considerar que la forma achatada de su esfera no ha de presentarse al ojo tan fácilmente como podría suponerse. Sin embargo, la astronomía, cuyas observaciones dependen más que todo de la perfección de los instrumentos, estará tal vez capacitada con la ayuda de éstos, si mi previsión no es demasiado halagüeña, para alcanzar el descubrimiento de unas características tan extrañas.

Lo que digo de la figura de Saturno, puede en cierta manera servir de observación general en la teoría del cielo. Júpiter que según un cálculo exacto tiene una relación entre la gravedad y la fuerza centrífuga en su ecuador $9^1/_4$ a 1, debería mostrar de acuerdo a las teorías de Newton, si su cuerpo fuese por entero de la misma densidad, una diferencia aún más grande que de 1/9 entre

[1] Pues de acuerdo a las leyes de atracción de Newton, un cuerpo que se halla en el interior de una esfera es atraído sólo por aquella parte de la misma que abarca la esfera concéntrica trazada a la distancia en que el cuerpo se halla del centro. La parte que se halla fuera de esta distancia, debido al equilibrio de sus atracciones que se anulan mutuamente, no contribuye ni para atraer el cuerpo hacia el centro ni para alejarlo de él. *(Nota de Kant.)*

su eje y el diámetro ecuatorial. Mas Cassini lo encontró sólo en 1/16, Pound en 1/12 y a veces 1/14; por lo menos, todas estas diversas observaciones que por su diferencia confirman la dificultad de esta medición, coinciden en presentarla como más pequeña de lo que debería ser según el sistema de Newton o más bien según su hipótesis de la densidad uniforme. Por lo tanto, reemplazando la premisa de la densidad uniforme que origina tanta diferencia entre la teoría y la observación, por la otra premisa mucho más probable según la cual la densidad del cuerpo planetario va aumentando hacia el centro, entonces se justificará la observación no sólo en Júpiter, sino también en Saturno, planeta de más difícil medición, se comprenderá la causa del menor achatamiento de su cuerpo esferoidal.

Hemos encontrado en el origen del anillo saturniano el motivo para atrevernos al audaz paso de determinar por medio del cálculo su tiempo de rotación que los telescopios no han podido descubrir. Permítasenos agregar a esta muestra de profecía física otra más, hecha sobre este mismo planeta y que espera de instrumentos más perfectos de tiempos futuros la comprobación de su exactitud.

De acuerdo a la premisa que el anillo de Saturno sea una acumulación de partículas que elevadas de la superficie en forma de vapores se mantienen por el impulso que les fué transmitido por la rotación y que continúan, en la altura de su distancia en libres movimientos circulares, ellas no tienen en todas sus distancias del centro los mismos tiempos periódicos de revolución, sino éstos se hallan más bien en la proporción de las raíces cuadradas de los cubos de sus distancias para que las leyes de las fuerzas centrales puedan mantenerlas en suspenso. El tiempo en el cual de acuerdo a esta hipótesis las partículas en el borde interior efectúan su revolución, es de diez horas aproximadamente, y el tiempo de la revolución de las partículas del borde exterior es, de acuerdo a un debido cálculo, de quince horas; por consiguiente, cuando las partes inferiores del anillo han efectuado tres veces su recorrido, los más lejanos lo han hecho sólo dos veces. Pero por más pequeña que se quiera estimar la resistencia que las partículas se ofrecen

mutuamente en su gran dispersión en el plano del anillo, es probable que el retraso de las partículas más lejanas en cada revolución, retarde y detenga paulatinamente las partes inferiores más rápidamente movidas, mientras en cambio éstas deben imprimir a las superiores una parte de su movimiento para una rotación más rápida, lo que, si esta influencia mutua no se interrumpiese al final, duraría tanto tiempo hasta que las partículas de todo el anillo, tanto las inferiores como las superiores, hayan sido llevadas a efectuar la revolución en un mismo tiempo, con lo cual estarían en reposo mutuo entre ellas y dejarían de influenciarse durante el avance. Pero si el movimiento del anillo llegase a tal estado de cosas, el anillo sería totalmente destruido, pues si se toma la parte media del plano del anillo y se supone que en ella el movimiento permaneciese en el estado en que estaba antes y en que debe estar para poder efectuar una libre revolución, las partes inferiores que han sido muy retardadas no se mantienen en suspenso en su altura, sino se cruzan mutuamente en movimientos oblicuos y excéntricos, mientras las partes más lejanas, al serles impreso un movimiento mayor del que debería ser para la fuerza central de su distancia, se alejan de Saturno más allá del límite extremo determinado por el efecto del sol y son dispersados por éste del planeta y eliminadas.

Pero no hay motivo para temer todo este desorden. El mecanismo del movimiento que produce el anillo, conduce a una determinación que le asegura un estado permanente por las mismas causas que deben destruirlo, porque lo divide en varias y concéntricas franjas circulares que debido a los espacios que las separan, ya no tienen nada de común entre sí. Pues cuando las partículas que circulan en el borde interior del anillo, arrastran un poco los superiores por su movimiento más rápido y aceleran su revolución, los mayores grados de velocidades producen en estos últimos un exceso de fuerza centrífuga y un alejamiento del lugar en que están suspendidos. Pero sí se supone que, al tratar éstas de separarse de los inferiores, tienen que superar cierta vinculación que aun tratándose de vapores dispersos, no parece ser completamente insignificante, entonces este grado mayor de impulso tratará de superar la men-

cionada vinculación, pero no la superará mientras el exceso de la fuerza centrífuga que emplea en el mismo tiempo de revolución que las inferiores, no supere esta vinculación más allá de la fuerza central de su lugar. Y por esta causa, aún cuando de las partes del anillo que en un mismo tiempo efectúan su revolución, la superior tiende a separarse de la inferior, debe existir en una franja de un determinado ancho esta vinculación, pero no en una franja más ancha, porque al aumentar la velocidad de éstas, entre ellas inmóviles partículas con las distancias, es decir más de lo que debería ser por las leyes centrales, deberán separarse tan pronto como pasen el grado de velocidad que la vinculación de las partículas vaporosas puede resistir, y adoptar una distancia que esté proporcionada al exceso de la fuerza de revolución sobre la fuerza central del lugar. De este modo se determina el espacio que separa la primera franja del anillo de las restantes; y de la misma manera, el movimiento de las partículas superiores, acelerado por la rápida revolución de las inferiores, y la vinculación entre ellas que trata de impedir la separación, crean el segundo anillo concéntrico, del cual el tercero dista moderadamente. La cantidad de estas franjas circulares y el ancho de los espacios que las separan, podría ser calculado, si fuese conocido el grado de la vinculación que liga las partículas entre sí. Pero podemos darnos por satisfechos con haber adivinado con un buen fundamento de probabilidad la composición del anillo saturniano que impide la destrucción y lo mantiene suspendido por libres movimientos.

Esta suposición me satisface no poco a causa de la esperanza de verla todavía confirmada por auténticas observaciones. Hace pocos años se comunicó desde Londres que durante las observaciones de Saturno realizadas por medio de un nuevo telescopio newtoniano, mejorado por el señor Bradley, parecía como si un anillo fuera en verdad una composición de muchos anillos concéntricos, separados por espacios varios. Esta noticia no ha tenido continuación desde entonces[1]. Los instrumentos ópticos han abierto a la

[1] Después de escrito esto, encuentro en las *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris* del año 1705 en un estudio del Sr, Cassini: *Sur les satelites et l'anneau de Saturne* (página 571 de la segunda parte de la traducción de

razón los conocimientos de las más extremas regiones del edificio universal. Si ahora depende principalmente de ellos que se den pasos nuevos, entonces se podrá esperar que la atención que el siglo presta a todo lo que puede ampliar los conocimientos del hombre, se dirigirá principalmente hacia un lado donde se le ofrece la mayor esperanza de realizar importantes descubrimientos.

Pero si Saturno ha tenido la suerte de obtener un anillo, ¿por qué no ha llegado ningún otro planeta a participar de esta ventaja? La causa es evidente. Como un anillo debe nacer de las vaporizaciones que una planeta exhala en su estado bruto, y la rotación debe darles a éstas el impulso que sólo necesitan continuar al llegar a la altura, puesto que con este movimiento impreso pueden equilibrar exactamente la gravitación contra el planeta, es fácil determinar por el cálculo hasta qué altura deben elevarse los vapores desde el planeta para poder mantenerse en libre movimiento circular por consecuencia del movimiento que tenían bajo el ecuador del planeta. Para calcularlo hace falta conocer el diámetro del planeta, el tiempo de su rotación y la gravedad reinante en su superficie. Según la ley del movimiento central, la distancia de un cuerpo que puede girar libremente en círculo alrededor de un planeta con una velocidad igual a la velocidad ecuatorial, estará en la misma relación al radio del planeta como la fuerza centrífuga en el ecuador del mismo lo es a la gravedad. Por estas causas, la distancia del borde interior del anillo de Saturno era como de 8, si el radio del mismo es fijado en 5, manteniendo las dos cifras la relación de 32 a 20 que expresa, como dijimos antes, la propor-

v. Steinwerth) una confirmación de esta suposición que ya no deja casi ninguna duda respecto de su exactitud. Después de presentar un pensamiento que en cierta manera se acercaba a la verdad que nosotros descubrimos, a saber que este anillo podría ser un conjunto de pequeños satélites que desde Saturno ofrecerían el mismo aspecto que la vía láctea desde la tierra (pensamiento aceptable si en lugar de pequeños satélites se acepta las partículas vaporosas que giran alrededor de él con el mismo movimiento), el Sr. Cassini sigue diciendo: "Este pensamiento lo confirman las observaciones hechas en los años en que el anillo del Saturno parecía más ancho y más abierto. El ancho de! anillo aparecía a través de una oscura línea elíptica dividida en dos partes, siendo la parte más próxima al globo más luminosa que la parte más lejana. Esta línea constituía en cierta manera, un pequeño intervalo entre dos partes, de la misma manera en que la distancia entre el globo y el anillo es indicada por la mayor oscuridad entre ambos. *(Nota de Kant.)*

ción entre la gravedad y la fuerza centrífuga en el ecuador. Por las mismas causas, suponiendo que Júpiter debería tener un anillo formado de la misma manera, el radio interior del anillo debería superar en diez veces el radio de Júpiter, lo que determinaría precisamente la distancia en que su más extremo satélite gira alrededor de él. Por estas causas, y también porque los vapores de un planeta no pueden extenderse tan lejos de él, el anillo es imposible. Si se quiere saber porqué la Tierra no ha recibido un anillo, se hallará la contestación en la extensión del radio que debería tener tan sólo su borde interior y que sería 298 veces mayor que el radio de la Tierra. En los planetas de movimiento más lento, la creación de un anillo se hace aún menos posible; así no queda ningún caso en que un planeta hubiera podido obtener un anillo de la manera en que lo hemos explicado, menos aquel caso en que se halla el planeta que lo tiene efectivamente, lo que es una no pequeña confirmación de que nuestra interpretación es fidedigna.

Pero hay un momento en que me da casi la seguridad de que el anillo que rodea a Saturno no ha nacido de aquella manera general ni ha sido producido por las leyes generales de la formación que han dominado en todo el sistema de los planetas y han dado también a Saturno sus satélites, la seguridad, repito, de que esta materia exterior no ha proporcionado su materia, sino de que el anillo es una creación del planeta mismo que ha exhalado sus partes más fugaces por medio del calor y les ha transmitido por su propia rotación el impulso necesario para su revolución. Este momento ocurre cuando este anillo no coincide, como los otros satélites de Saturno y como en general todos los cuerpos en revolución que acompañan los planetas principales, con el plano general de relación de los movimientos planetarios, sino que se desvía mucho de él, prueba segura de que no está formado de la materia elemental general y no ha recibido su movimiento de la caída de ésta, sino que se ha elevado del planeta mucho después de terminada su formación y ha recibido, como parte disgregada de éste, por la impresión de su fuerza de rotación un movimiento y una dirección relacionadas con la rotación del planeta.

El placer de haber comprendido una de las más raras singularidades del cielo en toda la extensión de su ser y su formación, nos ha llevado a esta exposición tan dilatada. Con el favor de nuestros benévolos lectores, dispongámonos a llevarla, donde sea placentero, hasta el exceso, para volver después a la verdad con tanta mayor precaución y diligencia, después de habernos entregado con entera libertad a opiniones agradablemente arbitrarias.

¿No sería posible imaginarse que la Tierra hubiera tenido anteriormente un anillo como Saturno? Supongamos entonces que se haya elevado de su superficie en la misma forma que el anillo de Saturno, conservándose largo tiempo, mientras que la Tierra, por quién sabe qué causas, ha sido reducida de una rotación mucho más rápida que la actual al grado que tiene ahora, si no se quiere atribuir a la materia elemental general que durante su caída lo haya formado según las reglas explidas más arriba, lo que bien puede admitirse si prescindimos un poco de la exactitud y nos abandonamos en cambio a la inclinación hacia lo extraño y placentero. ¡Pero qué cúmulo de hermosos comentarios y conclusiones nos ofrece esta idea! ¡Un anillo alrededor de la Tierra! ¡Qué hermosura de aspecto para aquellos que habían sido creados para habitar la Tierra cuando era paraíso! ¡Cuánta comodidad para aquellos a quienes la naturaleza les debía sonreir desde todos los lados! Pero todo ello vale poco frente a la confirmación que una hipótesis de esta clase puede hallar en el documento del *Génesis* y que dará no poco motivo de aplauso a aquellos que consideran que al usar la palabra divina para respaldar los excesos de su ingenio, se comete no un sacrilegio, sino un acto consagratorio. Las aguas de la Expansión mencionadas en la descripción mosaica, ya han causado no poca dificultad a los exégetas. ¿No sería posible servirse de aquel anillo para salir de esta dificultad? Aquel anillo estaba constituido sin duda de vapores acuosos, y además de la ventaja que podía proporcionar a los primeros habitantes de la tierra, ofrecía esta otra de que en caso necesario se lo pudo dejar romperse para castigar con inundaciones a un mundo de que se había hecho indigno de tanta hermosura. O un cometa cuya atracción perturbó los movimientos regulares de sus partes, o aún el enfriamiento de la región

donde se hallaba, reunía sus dispersas partes vaporosas, precipitándose sobre la Tierra en una de las más crueles tormentas. Nadie ignora sus consecuencias. Todo el mundo pereció en el agua e inhaló además en los vapores lejanos y fugaces de aquella lluvia no natural aquel lento veneno que acercaba todas las criaturas a la muerte y a la destrucción. Entonces, había desaparecido del horizonte el contorno de un arco pálido y luminoso, y el mundo nuevo que jamás podía recordar su aspecto sin sentir un terror ante aquel horroroso instrumento de la venganza divina, veía tal vez con no poco espanto en la primera lluvia aquel arco iris que por su figura parecía representar el primer anillo, siendo sin embargo destinado por la manifestación del cielo reconciliado a ser un signo de clemencia y símbolo de la permanente conservación de la Tierra renovada. La similitud que la figura de este monumento recordatorio tiene con el acontecimiento aludido, podría recomendar esta hipótesis a aquellos que se han dado a la actual tendencia de hacer concordar los milagros de la manifestación divina con las leyes ordinarias de la naturaleza. Yo considero más aconsejable renunciar al fugaz aplauso que tales concordancias pueden despertar, en favor del auténtico placer que nace de la percepción de las reglas de constitución cuando analogías físicas se apoyan mutuamente para determinar verdades físicas.

CAPÍTULO VI

DE LA LUZ ZODIACAL

El Sol está rodeado de un algo sutil y vaporoso que en el plano de su ecuador lo circunda con escasa anchura en ambos lados hasta una gran altura, no habiéndose establecido con seguridad si este algo, según lo presenta el señor de Mairan, toca la superficie del Sol en la forma de un vidrio biselado en forma convexa *(figura lenticulari)*, o si dista de él en todas partes como el anillo de Saturno. Sea lo uno o lo otro, queda bastante similitud para comparar este fenómeno con el anillo de Saturno y deducirlo de un origen concordante. Si esta materia extendida es una emanación del Sol, como parece lo más probable, no se podrá errar la causa que la ha llevado al plano coincidente con el ecuador solar. La materia más liviana y fugaz que el fuego solar levanta de su superficie y ha levantado ya desde hace tiempo, tiene que elevarse por el mismo efecto hasta gran distancia de él, quedando de acuerdo a su liviandad suspendido en una distancia en que el efecto de los rayos que lo aleja, está equilibrado por la gravedad de estas partículas que se les agregan continuamente. Al imprimir el Sol por su movimiento de rotación, a estos vapores segregados de su superficie su movimiento en forma regular, conservan éstos un cierto impulso para su revolución, por lo cual, de acuerdo a las leyes centrales, tienden desde ambos lados a cruzar en el círculo de su movimiento el prolongado plano ecuatorial del Sol; y como desde ambos lados se empujan hacia él en la misma cantidad, se

acumulan allá con fuerzas parejas, formando un extenso disco sobre este plano relacionado al ecuador solar.

Pero no obstante esta similitud con el anillo de Saturno queda una diferencia esencial que hace diferir muy notablemente el fenómeno de la luz zodiacal de aquél. Las partículas del anillo de Saturno se mantienen en libre movimiento circular debido al movimiento giratorio que llevan impreso; pero las partículas de la luz zodiacal son mantenidas en su distancia por la fuerza de los rayos solares, sin la cual el movimiento que les fué impreso por la rotación solar, distaría mucho en mantenerlas en libre movimiento y preservarlas de la caída. Pues como la fuerza centrífuga de la rotación en la superficie del sol es menos de 1/40000 de la atracción, sería necesario que estos vapores elevados se hallasen en una distancia del sol de 40.000 radios solares para encontrar en esta distancia por primera vez una gravitación que pudiera equilibrar el movimiento que ellos llevan impreso. Existe pues la seguridad de que este fenómeno del Sol no puede ser homologado al anillo de Saturno.

Con todo, queda no poca probabilidad de que este collar del Sol tenga tal vez el mismo origen que tiene toda la naturaleza, es decir la formación de la materia elemental general cuyas partes, suspendidas en las más altas regiones del mundo solar, sólo después de terminada completamente la formación de todo el sistema han caído hacia el Sol con un movimiento más débil, pero también desviado en dirección de occidente a oriente. Gracias a esta especie de caída circular, las partículas han cruzado el prolongado plano ecuatorial, y al quedar allí retenidas, han ocupado debido a su acumulación desde ambos lados un plano extendido en esta posición, en la cual se mantienen ahora en una altura siempre igual, en parte a causa del movimiento circular realmente alcanzado, en parte por la fuerza de repulsión de los rayos solares. La presente explicación no tiene otro valor que el que corresponde a las hipótesis, y no pretende otra cosa que a un aplauso voluntario; el lector inclinará su juicio hacia el lado que le parezca ser el más aceptable.

CAPÍTULO VII

DE LA EXTENSIÓN INFINITA DE LA CREACIÓN EN EL ESPACIO Y EN EL TIEMPO

Por su inconmensurable grandeza y por la infinita variedad y belleza que deja traslucir por todos los lados, el edificio universal provoca un mudo asombro. Si la concepción de toda esta perfección cautiva la imaginación, es otra la especia de encantamiento a que se entrega la razón al considerar cómo tanta magnificencia, tanta grandeza transcurre por una sola regla general con un orden interno y justo. La estructura planetaria en que el sol desde el centro de todos los círculos hace girar por su poderosa atracción los globos habitados de su sistema en círculos eternos, ha sido formada en su totalidad, como hemos visto, de los originariamente dispersos elementos iniciales de toda materia universal. Todas las estrellas fijas que el ojo descubre en la hueca profundidad del cielo y que parecen indicar una especie de prodigalidad, son soles y centros de sistemas similares. La analogía no permite pues dudar aquí de que éstas hayan sido formadas y creadas de la misma manera que lo fué aquella en la que nos encontramos nosotros, de las partes más pequeñas de la materia elemental que llenaba el espacio vacío, aquella inmensa extensión de presencia divina.

Si todos los mundos y sistemas mundiales reconocen la misma forma de su origen, si la atracción es ilimitada y universal y si la repulsión de los elementos también es eficaz en todas partes, si al lado de lo inmenso tanto lo grande como lo pequeño son ambos

pequeños, ¿no habrán adoptado entonces todos los sistemas mundiales igualmente una constitución correlativa y una vinculación sistemática entre ellos, como la han adoptado en escala menor los cuerpos siderales de nuestro mundo solar como Saturno, Júpiter y la Tierra que son un sistema cada uno y sin embargo están unidos entre sí, como miembros de un sistema aun mayor? Si en el espacio inmenso en que todos los soles de la Vía láctea se han formado, suponemos un punto alrededor del cual por no sé qué causa se haya iniciado la primera formación de la naturaleza desde el caos, habrá nacido en este lugar la masa más grande y un cuerpo de la más extraordinaria atracción que por consiguiente sería capaz de obligar en una inmensa esfera alrededor suyo a todos los sistemas en formación a caer hacia él como su centro y de construir alrededor de él un mismo sistema global como la misma materia elemental que ha formado los planetas, lo ha creado alrededor del sol en escala menor. La observación hace casi indudable esta hipótesis. El ejército de las estrellas constituyen tan claramente, debido a su posición relacionada a un plano común, un sistema como lo forman los planetas de nuestro edificio solar alrededor del sol. La Vía láctea es el zodíaco de estos superiores órdenes mundiales que se desvían de su zona lo menos posible y cuya franja está siempre iluminada por su luz, igual que el zodíaco de los planetas reluce algunas veces, aunque sólo en muy pocos puntos, por el fulgor de estos globos. Cada uno de estos soles constituye con los planetas que giran alrededor de él, un sistema propio; pero ello no les impide ser partes de un sistema aun mayor, igual que Júpiter y Saturno no obstante sus propios acompañantes se hallan comprendidos en la constitución sistemática de un edificio mundial aun mayor. ¿No se podrán conocer en tan exacta concordancia de la constitución la igualdad en la causa y manera de la formación?

Si las estrellas fijas forman un sistema cuya extensión es determinada por la esfera de atracción del cuerpo que se halla en el centro, ¿no se habrán formado más sistemas solares y, por decirlo así, más Vías lácteas que han nacido en el campo limitado del espacio universal? Con asombro hemos descubierto figuras en el cielo que no son otra cosa que tales sistemas de estrellas fijas limi-

tados a un plano común, o si se me permite expresarlo así, tales Vías lácteas, que en las diversas posiciones frente al ojo constituyen figuras elípticas con su fulgor debilitado por su inmensa distancia; son sistemas de un diámetro, por decirlo así, un número infinitamente mayor que el diámetro de nuestro edificio solar, pero indudablemente formados de la misma manera, ordenados e instalados por las mismas causas y mantenidos por una misma fuerza motriz que el sistema solar en su constitución.

Considerando estos sistemas estelares a su vez como eslabones de la gran cadena de la naturaleza entera, tenemos tantos motivos como antes para concebirlos en una relación mutua y en vinculaciones que debido a la ley de la primera formación que rige en la naturaleza entera, constituyen un sistema nuevo, aún más grande, que por la fuerza atractiva de un cuerpo de atracción incomparablemente más poderoso que todos los anteriores, es dirigido desde el centro de su constitución regular. La atracción que es la causa de la constitución sistemática entre las estrellas fijas de la Vía láctea, conserva aun en la distancia de estos mismos sistemas mundiales una fuerza suficiente para desviarlos de sus posiciones y hundir el mundo en un caos inevitable, si no existiesen fuerzas impulsoras regularmente distribuidas que contrarrestan la atracción y producen en combinación con ella aquella relación que es la base de la constitución sistemática. La atracción es indudablemente una propiedad de la materia tan difundida como lo es la coexistencia que crea el espacio al vincular las substancias por mutuas dependencias, o mejor dicho, la atracción es precisamente esta relación general que reúne las partes de la naturaleza en un espacio: por consiguiente, ella se extiende por toda la dimensión del espacio hasta en todas las lejanías de su inmensidad. Si desde estos lejanos sistemas llega hasta nosotros la luz que sólo es un movimiento impreso, ¿no será entonces mucho más natural que la atracción, aquella primera fuente de movimiento anterior a todo movimiento e independiente de cualquier causa ajena, y que no puede ser detenida por ningún obstáculo porque hasta durante el reposo general de la naturaleza lleva sus efectos al interior de la materia sin ningún choque, no será más natural, repito, que la atracción haya puesto en movimiento estos sistemas de estrellas fijas no obstan-

te sus inconmensurables distancias, cuando en la informe dispersión de su materia se iniciaron los primeros movimientos en la naturaleza, siendo la atracción, como hemos visto en escala menor, la fuente de la relación sistemática y de la permanente subsistencia de sus miembros que los protege contra la destrucción?

¿Pero cuál será finalmente el límite de las constituciones sistemáticas? ¿Dónde terminará la creación misma? Para poder concebirla de acuerdo al poder del ser infinito, es bien necesario que no tenga ningún límite. Una concepción que limita el espacio de la manifestación del poder creador de Dios a una esfera trazada por el radio de la Vía láctea, no es más adecuada a la inmensidad de este poder creador que una concepción que quisiera limitar este espacio a una esfera de una pulgada de diámetro. Todo lo que es finito, que tiene su límite y una determinada relación a la unidad, se halla a una igual distancia de lo infinito. Sería incongruente poner en movimiento a la deidad sólo con una parte infinitamente pequeña de su capacidad creadora, y concebir que su fuerza infinita, tesoro de una verdadera inconmensurabilidad de naturalezas y mundos, permanezca inactiva y encerrada en una falta permanente de ejercicio. ¿No es más conveniente, mejor dicho, no es necesario presentar la esencia de la Creación en la forma que debe tener para ser un testimonio de aquel poder que por ninguna escala puede ser medido? Por esta causa, el campo de la manifestación de los atributos divinos es tan infinito como lo son estos mismos atributos [1]. La eternidad no es suficiente para abarcar los testimonios del Ser Supremo, si no está acompañada por la inmensidad del espacio. Es cierto que la formación, la forma, la belleza y la perfección son relaciones de las piezas fundamentales y las substancias que constituyen la materia del universo, y lo no-

[1] El concepto de la extensión infinita del mundo halla adversarios entre los profetas de la metafísica, como hace poco en el Sr. M. Weitenkampf. Si estos señores no pueden aceptar esta idea a causa de la pretendida imposibilidad de una cantidad sin número ni límite, quisiera por el momento preguntar tan sólo si la parte futura de la eternidad no incluirá una verdadera infinidad de variedades y transformaciones, y si esta infinita serie no se halla ya ahora, de una vez y totalmente, presente en la sabiduría divina. Ahora, si ha sido posible que Dios haya podido realizar el concepto de la eternidad que en su sabiduría estaba presente como un todo, en una serie sucesiva, ¿por qué no podrá Dios presentar el concepto de otra infinidad en *una conexión existente en el espacio,* haciendo así

tamos por las disposiciones que la sabiduría de Dios toma todavía en todo tiempo; también es lo más adecuado a ella que las relaciones se desarrollen por libre consecuencia de las leyes generales que llevan impresas. Por ello, puede suponerse con buen fundamento que la disposición e institución de los universos con las cantidades existentes de materia elemental creada se haga paulatinamente en una sucesión de tiempos. Pero la materia elemental misma, cuyas calidades y fuerzas son el fundamento de todas las transformaciones, es una consecuencia inmediata de la existencia divina, de manera que ella tuvo que ser a la vez tan rica y tan completa que el desarrollo de sus composiciones en el transcurso de la eternidad podía extenderse sobre un plano que incluye todo lo que puede ser, que no reconoce límite, en una palabra que es infinito.

Por lo tanto, si la creación es infinita en el espacio, o por lo menos si lo ha sido desde el comienzo por la materia, y si está dispuesta a llegar a serlo por la forma o la formación, el espacio universal será animado con mundos sin número y sin fin. ¿Se extenderá ahora aquella vinculación sistemática que antes hemos considerado en todas las partes en especial, también al conjunto, reuniendo el universo entero, el todo de la naturaleza, en un solo sistema por la conjunción de la atracción y de la fuerza centrífuga? Yo digo que sí. Pues si sólo existiesen mundos separados que no tuviesen entre ellos ninguna relación común a un todo, se podría pensar al aceptar esta cadena de eslabones como realmente infinita, que una exacta igualdad de la atracción que sus partes ejercen desde todos los lados, protegería estos sistemas de la destrucción que los amenaza la mutua atracción interna. Pero para ello haría falta una determinación tan exactamente medida en las distancias establecidas de acuerdo a la atracción, que la más mínima desviación causaría la destrucción del universo y entregaría los sistemas al desorden, en plazos que, aun siendo largos,

ilimitado el contorno del mundo? Mientras se trate de contestar a esta pregunta, me serviré de la oportunidad que se presentará para eliminar la presunta dificultad por medio de un comentario derivado de la naturaleza de los números si es que después de una seria reflexión se considera todavía como pregunta digna de ser contestada la de saber si aquello que un poder acompañado de la suma sabiduría *ha producido* realmente, esté en la relación de una cantidad *diferencial* con aquello que este poder *haya podido producir.* (¡Vota *de Kant.)*

finalmente se cumplirían. Una constitución universal que no se conserve sin un milagro, no tiene el carácter de permanencia que es la característica de la elección de Dios; ésta se respetará pues mucho más si se considera toda la creación como un solo sistema en el cual todos los mundos y sistemas mundiales que llenan el inmenso espacio entero, se relacionan a un centro común. Un cúmulo disperso de edificios mundiales, por grande que sean las distancias que los separen, correría con una tendencia que nada obstaculiza, hacia la ruina y la destrucción, si no hubiera movimientos sistemáticos que estableciesen cierta disposición relacionada a un centro general que es el centro de atracción del universo y el punto de apoyo de toda la naturaleza.

Alrededor de este centro general de caída de toda la naturaleza tanto formada como informe, donde sin duda se halla el conglomerado de la mayor atracción que abarca en su esfera de atracción todos los mundos y órdenes que el tiempo ha producido y que la eternidad producirá, alrededor de este centro, digo, se puede suponer con probabilidad que la naturaleza haya iniciado su formación y se halle la más densa acumulación de sistemas, mientras que más lejos del centro se pierden en la infinidad del espacio en grados cada vez mayores de dispersión. Esta regla podría ser deducida de la analogía de nuestra estructura solar, y esta constitución puede servir además para que en grandes distancias no sólo el cuerpo central general, sino también todos los sistemas vecinos que giran alrededor de él, reúnen sus atracciones en conjunto y las ejerzan como desde un solo conglomerado contra los sistemas de las distancias aun mayores. Ello a su vez contribuirá para abarcar en un solo sistema toda la naturaleza en todo lo ilimitado de su extensión.

Para investigar ahora el establecimiento de este sistema general de la naturaleza de acuerdo a las leyes mecánicas de la materia que tiende a formarse, es necesario que en el espacio ilimitado de la dispersa materia elemental en algún lugar haya tenido la más densa acumulación, para que la formación que en este lugar se hizo con preferencia, haya proporcionado al universo entero una masa que le sirviera de punto de apoyo. Es cierto que en un espacio ilimitado ningún punto puede tener propiamente el privilegio de llamarse el centro; pero por medio de cierta relación fundada sobre los

grados esenciales de densidad de la materia elemental y de acuerdo a la cual esta materia, en el momento de ser creada, estaba más densamentemente acumulada en determinado lugar y se dispersa en la medida de su distancia de este lugar, bien puede tener este punto el privilegio de ser llamado el centro, y lo llegará a ser en realidad porque en él se forma la masa central que posee la más fuerte atracción, y hacia él va cayendo toda la restante materia elemental en estado de formación particular, de manera que, por más extensa que sea la zona de desarrollo de la naturaleza, este punto central hace un solo sistema de todo el universo en la ilimitada esfera de la creación.

Pero lo importante y lo que, si consigo el consentimiento, merece la máxima atención, es que de acuerdo al orden de la naturaleza en este nuestro sistema, la creación, o más bien la formación de la naturaleza se inicia primero en aquel centro y se extiende en continuo progreso paulatinamente hacia todas las lejanas distancias, para llenar el espacio infinito en el transcurso de la eternidad de mundos y sistemas. Abandonémonos por un momento con íntimo placer a esta visión. No hallo nada que pudiera levantar el espíritu del hombre a un asombro más noble, abriéndole una perspectiva hacia el campo ilimitado de la omnipotencia, que esta parte de la teoría que se refiere a la terminación sucesiva de la creación. Si se me admite que la materia que es el elemento para la formación de todos los mundos, no ha estado dispersa en todo el espacio infinito de la presencia divina en forma uniforme, sino de acuerdo a cierta ley que bien puede haberse referido a la densidad de las partículas y de acuerdo a la cual desde determinado punto como lugar de la más densa acumulación, la dispersión de la materia elemental aumentó en la medida de la distancia de este centro, entonces en el movimiento inicial de la naturaleza, la formación habrá comenzado primero en este centro, y al progresar el tiempo, el espacio más amplio habrá creado paulatinamente mundos y sistemas mundiales dotados de una constitución sistemática que se relacionaba a él. Cada período finito cuya extensión está relacionada a la magnitud de la obra a realizar, siempre llegará a formar sólo, empezando en este centro, una esfera limitada; mientras tanto, la parte infinita restante seguirá luchando con el desorden y el caos, quedando tanto más alejada del estado de la

formación perfecta cuanto mayor sea su distancia de la esfera de la naturaleza ya formada. Por consiguiente, aun cuando desde el punto donde nos hallamos en el universo sólo vemos un mundo que parece perfectamente formado y, por decirlo así, un ejército infinito de órdenes mundiales sistemáticamente relacionados, en realidad nos hallamos sólo en una cercanía del centro de toda la naturaleza en la cual ésta ya se ha librado totalmente del caos y obtenida su correspondiente perfección. Si pudiéramos pasar más allá de cierta esfera, veríamos allí el caos y la dispersión de los elementos que en la medida en que están más cerca del centro, abandonan parcialmente el estado bruto y se acercan a la perfección de la formación, pero se pierden paulatinamente en la dispersión completa de acuerdo a los grados de alejamiento. Veríamos como el espacio infinito de la presencia divina en el cual se encuentra la reserva para todas las formaciones posibles de la naturaleza, se halla sumido en silenciosa noche, lleno de materia que puede servir de elemento para los mundos a formarse en el futuro, y de fuerzas motrices para ponerlos en movimiento que con un débil impulso inician aquellos movimientos por los cuales la infinidad de estos espacios desiertos será llenada alguna vez de vida. Puede ser que haya transcurrido una serie de millones de años y siglos antes de que la esfera de la naturaleza formada en que nos hallamos, haya llegado a la perfección que ahora le es propia, y puede ser que pasará otro período no menos largo hasta que la naturaleza dé en el caos otro paso de la misma extensión, pero la esfera de la naturaleza formada está ocupada incesantemente en extenderse. La creación no es la obra de un momento. Después de haberse iniciado con la producción de una infinidad de substancias y materias, continúa obrando con grados cada vez mayores de fertilidad durante todo el transcurso de la eternidad. Pasarán millones y verdaderas montañas de millones de siglos durante los cuales se formarán y llegarán a la perfección mundos y sistemas mundiales cada vez renovados sucesivamente desde el centro de la naturaleza en las lejanas distancias; no obstante la constitución sistemática que reina entre sus partes, conseguirán una relación general al centro que por la fuerza de atracción de su masa extraordinaria ha llegado a ser el primer punto de formación y el centro de la creación. La in-

finidad de las épocas futuras que la eternidad producirá inagotablemente, llenará de vida todos los espacios de la presencia divina y los elevará paulatinamente a la regularidad que corresponde a la perfección de su proyecto. Y si con atrevida concepción pudiéramos abarcar, para decirlo así, toda la eternidad con un solo golpe de vista, podríamos ver también todo el espacio infinito repleto de sistemas mundiales y acabada la creación. Pero como en realidad, de los sucesivos períodos de la eternidad la parte futura es siempre ilimitada y la parte pasada limitada, la esfera de la naturaleza formada es siempre sólo una parte infinitamente pequeña de aquella esencia que lleva en sí el germen de mundos futuros y trata de desarrollarse en períodos más o menos largos desde el estado bruto del caos. La creación no será nunca terminada. Ha empezado una vez, pero nunca terminará. Siempre está obrando para producir más escenas de la naturaleza, nuevas cosas y nuevos mundos. La obra que realiza, está relacionada con el tiempo que gasta en ella. No necesita nada menos que una eternidad para animar de mundos sin número y sin término toda la ilimitada dimensión de los espacios infinitos. De la creación se puede decir lo que el más augusto de los poetas alemanes escribe de la eternidad:

Unendlichkeit! Wer misset Dich?
Vor Dir sind Welten Tag, und Menschen Augenblicke;
Vielleicht die tausendste der Sonnen wälzt jetzt sich,
Und tausend bleiben noch zurücke.
Wie eine Uhr, beseelt durch ein Gewicht,
Eilt eine Sonn', aus Gottes Kraft bewegt:
Ihr Trieb läuft ab, und eine andere schlägt,
Du aber bleíbst, und zählst sie nicht [1].

VON HALLER.

¡Infinidad! ¿Quién podría medirte?
Ante ti, los mundos son día y los hombres momentos;
Tal vez el milésimo de los soles está ahora girando
Y otros miles quedan más atrás.
Igual que un reloj, animado por su peso,
Corre un sol, movido por la fuerza de Dios:
Su impulso se para, y otra toca las horas,
Pero tú te quedas atrás y ya no las cuentas.

Causa no poca satisfacción divagar con la imaginación más allá del límite de la creación terminada hacia el espacio del caos, y observar cómo la naturaleza medio bruta en la cercanía de la esfera del mundo formado se pierde paulatinamente por todos los grados y matices de la imperfección hacia todo el espacio no formado aún. Pero se dirá que es un reprobable atrevimiento establecer una hipótesis y elogiarla como tema de deleite intelectual que tal vez es demasiado arbitraria cuando se pretende que la naturaleza sólo se halle formada en un espacio infinitamente pequeño y que espacios infinitos están en lucha con el caos, para presentar en lo futuro verdaderos ejércitos de mundos y sistemas mundiales con todo su correspondiente orden y hermosura. No soy tan esclavo de las conclusiones que ofrece mi teoría, para no reconocer que la suposición de la extensión sucesiva de la creación por los espacios infinitos que abarcan la materia, no puede rehusar por completo que se le reproche la falta de prueba. Sin embargo, espero de parte de aquellos que son capaces de apreciar los grados de probabilidad, que no consideren este mapa de lo infinito, aun cuando toque un tema que parece ser destinado a no ser nunca revelado a la razón humana, sólo por este motivo como una pura fantasmagoría, máxime cuando se puede invocar la ayuda de la analogía que ha de guiarnos en todos los casos en que la razón carece del hilo de las pruebas infalibles.

Pero se puede también apoyar la analogía con argumentos aceptables, y la compresión del lector, si puedo esperar tanto aplauso, podrá tal vez aumentarlos con otros más importantes. Pues si se considera que la creación no lleva implícita el carácter de permanencia, puesto que a la tendencia general de la atracción que obra en todas sus partes, no opone una determinación tan general que pueda resistir a la inclinación de la primera hacia la destrucción y el desorden, si no hubiese repartido fuerzas de impulso que en combinación con la fuerza centrípeta imponen una constitución sistemática general, es forzoso suponer un centro general de todo el universo que mantiene reunidas todas sus partes en relación conjunta y hace de toda la esencia de la naturaleza un solo sistema. Agregando a ello el concepto de la formación de los cuerpos siderales de la materia elemental dispersa tal como lo hemos presentado anteriormen-

te, pero limitándolo ahora no a un sistema especial, sino extendiéndolo por la naturaleza entera, es forzoso imaginarse una tal distribución de la materia elemental en el espacio del caos original que en forma natural implique un centro de toda la creación, para que en él pueda ser concentrada la masa en formación que en su esfera abarca la naturaleza entera y estableciera la relación global por la cual todos los mundos constituyen un solo edificio. Pero difícilmente puede ser imaginada en el espacio infinito otra forma de distribución de la materia elemental que fijaría un verdadero punto central de caída para toda la naturaleza, que aquella en que la materia está repartida de acuerdo a una ley de la dispersión progresiva desde este punto hasta todas las lejanas distancias. Esta ley establece también una diferencia en el tiempo que un sistema necesita en las distintas regiones del espacio infinito para llegar a la plenitud de su formación, de manera que este período es tanto más breve cuanto más cerca se halla el lugar de formación de un sistema mundial del centro de la creación, porque allí los elementos de la creación están más densamente acumulados, mientras necesita un tiempo tanto mayor cuanto más grande sea la distancia, porque las partículas están allá más dispersas y se congregan más tarde para la formación.

Si se considera toda la hipótesis que presento en toda la extensión tanto de lo que ya he dicho como de lo que me queda por decir, la audacia de sus postulados no ha de parecer, al menos, incapaz de ser excusada. La tendencia inevitable que cada edificio mundial llegado a la perfección tiene para acercarse paulatinamente a su ocaso, puede ser considerada como uno de los argumentos que pueden probar que en cambio, el universo hará nacer mundos en otras regiones para compensar la falta que ha sufrido en un lugar. Todo el sector de la naturaleza que conocemos, aun cuando es sólo un átomo en relación a lo que queda oculto por encima o por debajo de nuestro horizonte, confirma sin embargo esta fertilidad de la naturaleza que es ilimitada porque no es otra cosa que el ejercicio de la omnipotencia divina misma. Innumerables animales y plantas son destruidas diariamente y son una víctima de la transitoriedad; pero no menor *es* la cantidad que la naturaleza gracias a un inagotado poder creación

dor produce en otros lugares, llenando el vacío. Considerables partes de la tierra que habitamos, se hunden nuevamente en el mar del cual los había sacado un período favorable; pero en otros lugares, la naturaleza reemplaza la falta y produce otras regiones, ocultas antes en la profundidad del agua, para distribuir sobre ellas nuevas riquezas de su fertilidad. De la misma manera perecen mundos y sistemas mundiales y son tragados por el abismo de las eternidades; en cambio, la creación está obrando continuamente para realizar nuevas formaciones en otras regiones del cielo y reemplazar con ventaja la pérdida.

No debemos asombrarnos de admitir algo perecedero en lo grande de las obras de Dios. Todo lo que es limitado, que tiene un comienzo y origen, lleva impresa la marca de su naturaleza limitada; debe perecer y tener un fin. La duración de una estructura mundial lleva en sí, gracias a la perfección de su formación, una duración que se acerca a nuestros conceptos de una duración infinita. Tal vez no bastarán miles, tal vez ni siquiera millones de siglos para destruirla; pero como la vanidad que acompaña las naturalezas limitadas, trabaja permanentemente en su destrucción, la eternidad incluirá todos los períodos posibles para conducir finalmente por una progresiva decadencia hacia el momento de su destrucción. Newton que tanto admiraba los atributos de Dios en la perfección de sus obras y reunía a la más profunda comprensión de la perfección de la naturaleza la máxima veneración frente a la manifestación de la omnipotencia divina, se vió obligado a anunciar a la naturaleza su destrucción a causa de la inclinación natural hacia ésta que tiene la mecánica de los movimientos. Si una constitución sistemática, gracias a la consecuencia principal de su estado perecedero se acerca en grandes períodos por la más mínima parte que pueda ser imaginada, al estado de su perturbación, entonces debe existir en el infinito transcurso de la eternidad algún punto en que esta paulatina reducción de velocidad habrá agotado todo movimiento.

Pero no debemos lamentar la destrucción de un edificio mundial como una verdadera pérdida de la naturaleza. Ella demuestra su riqueza por una especie de prodigalidad que, aun cuando algunas partes pagan el tributo a la destrucción, se conserva indemne en to-

da la extensión de su perfección por infinitas nuevas creaciones. ¡Qué inmensa cantidad de flores e insectos destruye un solo día frío! ¡Pero cuán poco notamos su falta, no obstante tratarse de espléndidas obras de arte de la naturaleza y pruebas de la omnipotencia divina! En otro lugar, esta pérdida es reemplazada con creces. El hombre que parece ser la obra maestra de la creación, no está exento de esta ley. La naturaleza demuestra que es tan rica y tan inagotable en la creación de lo más perfecto entre las criaturas como de lo más insignificante, y que hasta su destrucción es un matiz necesario en la variedad de sus soles puesto que su creación no le cuesta nada. Los efectos nocivos del aire contaminado, los sismos, las inundaciones exterminan pueblos enteros de la superficie; pero no parece que la naturaleza haya sufrido por ello una desventaja. De la misma manera, mundos y sistemas enteros salen del escenario después de haber terminado su papel. La infinidad de la creación es lo suficientemente grande para que en relación a ella se pueda considerar un mundo o una Vía láctea de mundos como se considera una flor o un insecto en relación a la tierra. Mientras la naturaleza decora la eternidad con escenarios distintos, Dios continúa obrando en una incesante creación para formar la materia para otros mundos aun mayores.

He sees with equal eye, as God of all,
A hero perish, or a sparrow fall,
Atoms or systems into ruin hurl'd,
And now a bubble burst, and now a world [1].

POPE, *An Essay on man.*

Acostumbremos pues nuestro ojo a considerar estas terribles destrucciones como los caminos ordinarios de la providencia y a verlas hasta con cierta satisfacción. Y en efecto, nada conviene mejor a la riqueza de la naturaleza que esto. Pues cuando un sistema

[1] Él que con un mismo ojo, puesto que es el creador de todo,
Ve perecer a un héroe y caer un gorrión,
Destruirse los átomos o los sistemas,
Ve estallar una gota y hundirse un mundo entero.

mundial en el largo transcurso de su duración ha agotado toda variedad que su constitución pueda abarcar, cuando ha llegado a ser un eslabón superfluo en la cadena de los seres, no hay nada más conveniente que en el espectáculo de las consecutivas variaciones del universo juegue el último papel que finalmente le toca a cada ser perecedero, el de pagar su tributo a la muerte. La naturaleza, como dijimos, muestra ya en la pequeña parte de su esencia esta regla de su proceder que el destino eterno le ha impuesto en el orden general, y repito que la magnitud de lo que debe perecer, no constituye para ello el menor impedimento, pues todo lo que es grande se hace pequeño y hasta se reduce a un punto cuando se lo compara con lo infinito que representará la creación en el espacio ilimitado por todo el transcurso de la eternidad.

Parece que este fin predestinado a los mundos como a todas las cosas de la naturaleza, está sometido a cierta ley cuya consideración contribuye a hacer plausible la teoría. De acuerdo a esta ley, el fin comienza a producirse en aquellos cuerpos siderales que se hallan más cerca del centro del universo, tal como la creación y formación se han iniciado cerca de este centro. De allí, la perdición y la destrucción se extienden progresivamente hacia las distancias más lejanas, para hundir finalmente todo el mundo que ha concluido su período, en un solo caos, al hacer que cesen paulatinamente los movimientos. Por otra parte, la naturaleza está obrando incesantemente en el límite opuesto del mundo formado para formar mundos de la materia bruta de los elementos dispersos, y mientras en el lado junto al centro envejece, en el otro lado es joven y fértil en nuevas creaciones. El mundo formado se halla por lo tanto limitado en el medio entre las ruinas del mundo destruido y el caos de la naturaleza no formada, y si nos imaginamos, como es probable, que un mundo llegado a la perfección pueda durar un tiempo mayor del que hizo falta para su formación, entonces aumentará el volumen del universo en general pese a todas las destrucciones que la transitoriedad causa incesantemente.

Admitiendo finalmente otra idea que es tan probable como conveniente a la constitución de las obras divinas, se aumentará la satisfacción que esta descripción de las variaciones de la naturaleza

produce, al máximo grado del placer. ¿No podremos suponer que la naturaleza que era capaz de desarrollarse desde el caos hacia un orden regular y un sistema adecuado, tenga también habilidad para restaurarse con la misma facilidad del caos en que la disminución de sus movimientos la ha hundido, y renovar la primera vinculación? ¿No será posible que los resortes que transmitieron el movimiento y el orden a la materia dispersa, sirvan también en el estado inmóvil en que quedaron al pararse la máquina, para entrar nuevamente en función por la influencia de fuerzas más amplias, y para llevarse a la concordancia de acuerdo a las mismas reglas que hicieron posible la formación original? No se vacilará largo tiempo para admitirlo si se considera que, después que la lentitud final de las revoluciones en la estructura mundial haya arrojado todos los planetas y cometas sobre el sol, éste debe sufrir un inconmensurable aumento de su calor por la mezcla de tantos y tan grandes conglomerados, máxime porque los globos más lejanos de nuestro sistema solar contienen, de acuerdo a la teoría que antes demostramos, la materia más liviana y combustible de toda la naturaleza. Este fuego llevado a la máxima violencia por el nuevo alimento y la más fugaz materia, no sólo disolverá sin duda todo nuevamente en los más pequeños elementos, sino también los extenderá de esta manera con una fuerza expansiva adecuada al calor y con una velocidad no debilitada por ninguna resistencia del espacio intermedio, y los dispersará por estos mismos vastos espacios que habían ocupado antes de la primera formación de la naturaleza. Una vez mitigada la violencia del fuego central por una dispersión casi completa de su masa, por la relación de las fuerzas de atracción y repulsión se repetirán las antiguas creaciones y los movimientos sistemáticamente relacionados con no menor regularidad, presentando así un nuevo edificio mundial. Cuando de esta manera un determinado sistema planetario ha llegado a la ruina y se ha restaurado de ella por fuerzas esenciales, y cuando tal vez haya repetido este juego más de una vez, entonces se acercará finalmente el período que de la misma manera reunirá en un caos debido a la decadencia de sus movimientos el sistema grande del que las estrellas fijas forman parte. Aquí se dudará aún menos que la conjunción de una cantidad tan ilimi-

tada de fuegos como lo son los soles ardientes junto con el séquito de los planetas, dispersará la materia de sus masas, disuelta por el calor inconcebible, a través del antiguo espacio de su esfera de formación, donde servirá de materia para nuevas formaciones por medio de las mismas leyes mecánicas y llenará nuevamente el espacio desierto con mundos y sistemas. Y cuando seguimos este fénix de la naturaleza que sólo se quema para resurgir rejuvenecido de su *ceniza,* a través de toda la infinidad de los tiempos y los espacios; cuando vemos cómo la naturaleza hasta en la región donde decae y envejece, es inagotable en la creación de nuevos escenarios y progresa en el límite opuesto de la creación, en el espacio de la informe materia bruta, con paso continuado para propagar el plan de la manifestación divina, entonces el espíritu que considera todo esto, se hunde en un profundo asombro; pero todavía no satisfecho con este tema tan grandioso cuya transitoriedad no basta para contentar el alma, desea conocer de cerca aquel ser cuya sabiduría y cuya magnitud son la fuente de aquella luz que se extiende sobre toda la naturaleza como desde un centro. Con cuánta devoción deberá mirar el alma hasta su propio ser al considerar que ella ha de sobrevivir a todas estas transformaciones, y de sí misma puede decir lo que el poeta filósofo dice de la eternidad:

Wenn denn ein zweites Nichts wird diese Welt begraben;
Wenn von dem Alle selbst nichts bleibet als die Stelle;
Wenn mancher Himmel noch, von andern Sternen helle,
Wird seinen Lauf vollendet haben;
Wirst du so jung als jetzt, von deinem Tod gleich weit,
Gleich ewig künftig sein, wie heut [1].

VON HALLER.

[1] Cuando un segundo Nada sepultará este mundo,
Cuando del mismo Todo no quede sino el lugar,
Cuando muchos cielos que otras estrellas alumbran,
Ya habrán terminado su carrera:
Tú estarás tan joven como ahora, tan distante de tu muerte
Y tan eternamente futura como hoy.

¡Oh alma feliz cuando bajo el tumulto de los elementos y las ruinas de la naturaleza se ve siempre colocada a una altura desde la cual puede ver las destrucciones causadas a las cosas del mundo por la caducidad de todo, como desfilando bajo sus pies! Felicidad que la razón ni siquiera puede atreverse a desear, y que la revelación divina nos enseña que podemos esperar con convicción. Y cuando en el momento destinado a la transformación de nuestro ser, habrán caído las ligaduras que nos mantienen atados a la vanidad de las criaturas, entonces el espíritu inmortal, libre de la dependencia de cosas finitas, hallará el goce de la verdadera felicidad en la unión con el Ser infinito. La naturaleza entera que tiene una relación armónica general con la justa satisfacción de la divinidad, sólo puede llenar de permanente contento aquella criatura razonable que se halla unida a esta fuente inicial de toda perfección. Vista desde este centro, la naturaleza mostrará de todos lados nada más que seguridad y decencia. Las escenas variables de la naturaleza no tienen poder para perturbar el estado reposado de felicidad de un espíritu que una vez se haya elevado a esta altura. Al pregustar este estado en una dulce esperanza, puede ejercitar su boca en aquellos himnos laudatorios de los cuales han de resonar todas las eternidades:

When Nature fails, and day and nigth
    Divide thy works no more,
My ever-grateful heart, o Lord,
    Thy mercy shall adore.
Through all eternity to Thee
    A joyfut song I'll raise,
For oh! eternity's too short
    To utter all thy praise [1].

ADDISON.

[1] Cuando desaparezca la naturaleza, y ya el día y la noche
    no dividan la obra de tus manos,
mi corazón siempre reconocido,
    adorará tu bondad.
En toda la eternidad, elevaré hacia Ti
    un canto feliz;
pues la eternidad, es demasiado breve
    para expresar tu elogio.

APÉNDICE AL CAPÍTULO VII

TEORÍA GENERAL E HISTORIA DEL SOL

Existe todavía una cuestión principal cuya solución es indispensable en la teoría sobre la naturaleza del cielo y en una cosmogonía completa. ¿A qué se debe que el centro de cada sistema esté ocupado por un cuerpo ardiente? Nuestra estructura planetaria tiene al sol como cuerpo central, y las estrellas fijas que vemos, son según toda apariencia centros de sistemas similares.

Para comprender porqué en la formación de un sistema mundial el cuerpo que sirve de centro de atracción, ha tenido que ser un cuerpo ígneo, mientras los restantes globos de su esfera de atracción permanecieron como cuerpos siderales oscuros y fríos, basta con recordarse la forma de creación de un sistema mundial tal como la hemos expuesto detenidamente en los capítulos anteriores. En el espacio dilatadamente extendido en el cual la materia elemental dispersa se dispone en formaciones y movimientos sistemáticos, los planetas y cometas se forman únicamente de aquella parte de la materia elemental atraída hacia el centro que por la caída y la influencia mutua de todas las partículas ha sido determinada a la exacta limitación de la dirección y velocidad que es necesaria para el movimiento giratorio. Esta parte, según hemos demostrado más arriba, es la menor de toda la cantidad de materia que cae, y nada más que una selección de especies más densas que por la resistencia de las otras han podido llegar a este grado de exactitud. Dentro de este conjunto se hallan especies en caída de extrema liviandad que debido a la resis-

tencia del espacio no penetran por su caída a la necesaria velocidad de las revoluciones periódicas y que por la debilidad de su impulso son arrojadas enteramente hacia el cuerpo central. Y como estas partes más livianas y fugaces son al mismo tiempo las más eficaces para mantener el fuego, vemos que al agregársele, el cuerpo y centro del sistema recibe el privilegio de transformarse en un globo ardiente, es decir, en un sol. En cambio, la materia más pesada e *ineficaz y* la falta de estas partículas que alimentan el fuego, hará que los planetas sean sólo conglomerados fríos y muertos, carentes de aquella propiedad.

Por este agregado de materias tan livianas ha sido también que el sol ha obtenido la menor densidad específica, por la cual es cuatro veces inferior en densidad a nuestra Tierra, el tercer planeta en la distancia del sol, aunque sería natural creer que en este centro del sistema mundial, por ser el lugar más bajo, deberían encontrarse las especies más pesadas y densas de la materia las que harían que sin el agregado de una cantidad tan grande de la materia más liviana superaría la densidad de todos los planetas.

La mezcla de especies más densas y pesadas de los elementos con éstas más livianas y fugaces sirve también para predisponer al cuerpo central para el fuego más violento que debe arder y ser mantenido en su superficie. Porque sabemos que el fuego en cuyo alimento se hallan mezcladas materias densas con otras fugaces, aventaja en violencia aquellas llamas que sólo son mantenidas por las especies livianas. Y esta mezcla de algunas especies pesadas con otras más livianas es una consecuencia necesaria de nuestra teoría de la formación de los cuerpos siderales y tiene además la ventaja que la violencia del fuego no dispersa en forma repentina la materia combustible de la superficie y que ésta es alimentada en forma paulatina y continua por la afluencia de alimento desde el interior.

Solucionada así la cuestión de porqué el cuerpo central de un gran sistema sideral es un globo ardiente, es decir un sol, no parece superfluo seguir ocupándose algún tiempo de este tema y de explorar el estado de este cuerpo con diligente examen, máxime porque las suposiciones pueden ser deducidas en este caso de argumen-

tos más valiosos que lo suelen ser por lo general en las exploraciones del estado de cuerpos siderales lejanos.

En primer lugar, establezco que no se puede dudar de que el sol sea en realidad un cuerpo ardiente y no una masa calentada hasta el grado extremo de materia fundida e incandescente, tal como algunos han querido concluir a causa de ciertas dificultades que han encontrado en la primera suposición. Pues considerando que un fuego llameante tiene ante cualquier otra clase de calor la esencial ventaja de que, para decirlo así, tiene su origen en sí mismo y, en vez de disminuir o agotarse por la propagación, recibe precisamente de ella mayor fuerza y violencia, exigiendo pues sólo materia y alimento para conservarse y durar permanentemente; y considerando además que el ardor de una masa calentada hasta el grado extremo es sólo un estado pasivo que disminuye incesantemente por el contacto de la materia afectada y carece de fuerzas propias para propagarse desde un pequeño foco o de revivir después de una disminución, considerando, repito, todo ello y dejando a un lado los otros argumentos, se evidencia ya suficientemente que según toda probabilidad debe atribuirse aquella calidad al sol, fuente de la luz y del calor en cualquier sistema mundial.

Si el sol, o los soles en general, son globos ardientes, la primera característica de su superficie que se puede derivar de este hecho, es que en ellas debe existir el aire, puesto que sin aire no arde ningún fuego. Esta circunstancia da motivo a notables conclusiones. Pues poniendo primero la atmósfera del sol y su peso en relación al conglomerado del sol, ¿en qué grado de compresión no estará este aire, y cuánto poder no tendrá precisamente por ello para mantener con su fuerza elástica los más violentos grados del fuego? En esta atmósfera se levantan también, según puede suponerse, las columnas de humo de las materias disueltas por la llama, las que sin ninguna duda abarcan una mezcla de partículas gruesas y más livianas que, levantadas a una altura en que reina un aire que para ellas es fresco, se precipitan en pesadas lluvias de brea y azufre, dando nuevo alimento a la llama. Esta misma atmósfera por causas iguales que la de nuestra tierra, no se halla libre de los movimientos de los vientos que según toda apariencia deben superar en violen-

cia cualquier grado que la imaginación pueda representarse. Cuando alguna zona en la superficie del sol, sea a causa de la fuerza asfixiante de los vapores que estallan, sea por una escasa afluencia de materias combustibles ve reducida la violencia de las llamas, el aire que se halla encima de ella se enfría algo y al contraerse permite al aire de la zona vecina a penetrar en su espacio con una fuerza correspondiente al exceso de su tensión, reavivando así la llama extinguida.

Sin embargo, toda llama gasta siempre mucho aire, y no existe duda de que la elasticidad del elemento aéreo líquido que rodea el sol, ha de sufrir no poca desventaja dentro de algún tiempo. Aplicando en escala grande lo que el Señor Hales ha demostrado sobre este punto por medio de cuidadosos experimentos con respecto a nuestra atmósfera, habrá que considerar la permanente tendencia de las partículas de humo que salen de la llama a destruir la elasticidad de la atmósfera solar, como un problema central cuya solución ofrece dificultades. Pues como la llama que arde sobre toda la superficie del sol se priva a sí misma del aire que les es indispensable para arder, el sol está en peligro de extinguirse cuando la mayor parte de su atmósfera haya sido gastada. Es cierto que el fuego produce también aire por la disolución de ciertas materias, pero los experimentos demuestran que siempre se gasta más de lo que se produce. También es cierto que cuando una parte del fuego solar bajo los vapores asfixiantes es privado del aire que sirve para conservarlo, habrá violentas tempestades, según dijimos, que tratarán de disiparlos y alejarlos. Pero en general, la renovación de aquel elemento necesario sólo podrá ser comprendida considerando que el calor de un fuego llameante que casi únicamente se dirige hacia arriba y apenas hacia abajo, al ser ahogado por la causa indicada dirige su violencia contra el interior del cuerpo solar y obliga sus profundos abismos a dejar salir el aire encerrado en sus cavidades, dando nuevo alimento al fuego, y suponiendo además con una libertad que un tema tan desconocido permite, que en estas entrañas del sol haya principalmente materias que, como el salitre, son inagotables en aire elástico. De esta manera, el fuego solar no

podrá carecer durante períodos extremadamente largos de la afluencia de un aire continuadamente renovado.

Con todo, las evidentes características de lo perecedero aparecen también en este inapreciable fuego que la naturaleza ha implantado como antorcha del mundo. Vendrá un tiempo en que estará apagada. La disminución de las materias más fugaces y sutiles que dispersas por la violencia del fuego no vuelven jamás y aumentan la materia de la luz zodiacal, la acumulación de materias incombustibles y quemadas, por ejemplo de la *ceniza* en la superficie, finalmente también la falta de aire pondrán al sol un término en que su llama se apagará y su lugar que ahora sirve como centro de la luz y la vida a todo un edificio mundial, lo ocuparán eternas tinieblas. La tendencia alternativa de su fuego a reavivarse al abrirse nuevos abismos con lo cual se restaura tal vez varias veces antes de su fin, podrían ser una explicación de la desaparición y reaparición de algunas estrellas fijas. Se trataría de soles que se hallasen cerca de la extinción y tratasen de resurgir algunas veces de sus cenizas. Merezca o no aplauso esta explicación, siempre ha de ser aceptada esta consideración para comprender que siendo la perfección de todos los sistemas mundiales de una manera u otra amenazada de una inevitable ruina, la tendencia de la instalación mecánica no ofrecerá dificultad a la mencionada ley de su ruina y sólo se hace aceptable porque en su misma *mezcla* con el caos lleva el germen de la renovación.

Finalmente, permítasenos presentar a la imaginación como cerca de un objeto tan milagrosamente extraño como lo es un sol ardiente. De un solo golpe de vista se ven dilatados lagos de fuego que levantan sus llamas hacia el cielo; furiosas tempestades cuya vehemencia duplica la violencia de las primeras que al hacerlos desbordarse sobre sus orillas ora cubren las regiones descollantes de este cuerpo sideral ora los hacen recaer en sus límites; rocas calcinadas que destacan sus horrorosas crestas por encima de los abismos de llama y cuya sumersión o reaparición en el oleaje de los elementos de fuego producen la alternativa aparición y desaparición de las manchas solares; espesos vapores que ahogan el fuego y que, levantados por la fuerza de los vientos forman oscuras nubes que

se precipitan nuevamente como lluvias de fuego y caen desde las alturas de la tierra firme del sol [1] en los valles llameantes; el estrepitoso explotar de los elementos, los escombros de materias quemadas, y la naturaleza luchando con la destrucción, pero produciendo hasta en el más ominoso estado de su perturbación la belleza del mundo y el beneficio de las criaturas.

Si los centros de todos los grandes sistemas mundiales son cuerpos ardientes, con mayor razón se puede suponer lo mismo del cuerpo central de aquel inmenso sistema que forman las estrellas fijas. Pero este cuerpo cuya masa debe estar relacionada a la magnitud de su sistema, ¿no se destacaría ante los ojos, si fuera un cuerpo de luz propia o un sol, con extraordinario brillo y tamaño? Sin embargo, no vemos lucir en el ejército celeste ninguna estrella fija que se distinga especialmente. En realidad, no debe extrañarnos que no sea así. Pues aun cuando superase 10.000 veces nuestro sol en magnitud y si supiese su distancia 100 veces mayor que la de Sirio, no podría aparecer con mayor tamaño y brillo que éste.

Pero tal vez sea reservado a los tiempos futuros descubrir algún día, al menos, la región donde se halla el centro [2] del sistema

[1] No sin causa atribuyo al sol todas las desigualdades de la tierra firme, las montañas y valles como las encontramos en nuestra Tierra y otros cuerpos siderales. La formación de un globo sideral que se transforma de un estado fluido en uno sólido, conduce necesariamente a estas desigualdades en la superficie. Cuando la superficie se endurece mientras en la parte fluida del interior de esta masa las materias sigan cayendo hacia el centro en la medida de su peso, las partículas del elástico elemento de aire y fuego que se hallan entremezcladas en estas materias, son empujadas hacia afuera y se acumulan bajo la corteza que mientras tanto ha endurecido, produciendo debajo de ella cavidades grandes y, según la proporción del conglomerado solar, inmensas en las que finalmente la supuesta corteza superior se hunde con variadas inclinaciones, preparando asi tanto regiones elevadas y montañas como también valles y cauces de dilatados lagos de fuego. *(Nota de Kant.)*

[2] Tengo una presunción de acuerdo a la cual me parece muy probable que en el sistema de las estrellas que forman la Vía Láctea, Sirio sea el cuerpo central y ocupe el punto al cual están todas relacionadas. Considerando este sistema según el esbozo que dimos en la primera parte de este tratado, como un cúmulo de soles concentrados en un plano común que se extiende desde su centro hacia todos lados y forma sin embargo un espacio, por decirlo así, de forma circular que a su vez debido a sus escasas desviaciones del plano de relación se extiende también en espesor un poco hacia ambas lados, entonces el Sol que

de las estrellas fijas al que pertenece nuestro Sol, o hasta terminar donde habría que ubicar el cuerpo central del universo hacia el cual tienden todas sus partes en uniforme caída. De qué carácter sería esta pieza fundamental de toda la creación y qué se hallaría en él, lo dejamos que lo determine el Señor Wright de Durham quien, llevado por un entusiasmo fanático, ha elevado en este lugar feliz como sobre un trono de la naturaleza entera un vigoroso ser de la estirpe de los dioses, dotado de fuerzas espirituales de atracción y repulsión, que operando en una ilimitada esfera atraería hacia sí toda virtud, rechazando en cambio los vicios. Ya hemos dado demasiada libertad a la audacia de nuestras suposiciones para dejarles la rienda suelta hasta llegar a imaginaciones arbitrarias. La deidad está igualmente presente en todas las partes de la infinidad del espacio universal entero; está igualmente cercana en todas las partes donde hay naturalezas capaces de elevarse sobre la dependencia de las criaturas hasta la comunidad del Ser Supremo. Toda la creación está compenetrada de sus fuerzas, pero sólo aquel que consigue liberarse de la criatura y que es suficientemente noble para comprender que, únicamente en el goce de esta fuente de perfección hay que buscar el más alto grado de la felicidad, es capaz de encontrarse más cerca de cualquier otra cosa en toda la naturaleza a aquel

también se halla cerca de este plano, verá la aparición de esta zona circular de fulgor blanquecino con mayor ancho hacia aquel lado en que se halla más cerca del límite extremo del sistema, pues es fácil de suponer que no se encontrará precisamente en el centro. Ahora bien, la franja de la Vía láctea alcanza su mayor anchura en la parte comprendida entre el signo del Cisne y del Sagitario, por consiguiente será este el lado en que el lugar de nuestro Sol esté más cerca de la extrema periferia de este sistema circular, y dentro de esta parte consideraremos el lugar en que están las constelaciones del Águila y del Zorro con el Ganso, con preferencia como el más inmediato porque allá trasluce del espacio donde se divide la Vía láctea, la dispersión aparentemente mayor de las estrellas. Trazando pues aproximadamente desde un lugar al lado de la cola del Águila una línea por el medio del plano de la Vía láctea hasta el punto opuesto, esta línea deberá pasar por el centro del sistema, y en efecto, pasa muy exactamente por Sirio, la estrella más luminosa de todo el cielo que debido a esta coincidencia tan feliz y tan concordante con su destacada figura bien parece merecerlo que se lo considere como el cuerpo central mismo. De acuerdo a este concepto, se lo vería también precisamente dentro de la franja de la Vía láctea, si no fuera que la posición de nuestro sol que cerca de la cola del Águila se desvía algo del plano de la misma, produciría la distancia óptica del centro hacia el otro lado de esta zona. (*Nota de Kant.*)

verdadero punto de relación de toda perfección. Pero si, aun sin participar de la imaginación entusiasta del inglés, debiera emitir una suposición sobre los distintos grados del mundo de los espíritus de acuerdo *a* la relación física de sus lugares de residencia con respecto al centro de la creación, buscaría con mayor probabilidad las clases más perfectas de seres razonables más bien lejos de este centro que cerca de él. La perfección de criaturas dotadas de razón en cuanto depende de la calidad de la materia a cuya combinación se hallan limitadas, está íntimamente relacionada con la fineza de la materia cuya influencia determina a aquellas criaturas en su percepción del mundo y en su acción en él. La inercia y la resistencia de la materia limita demasiado la libertad de los seres espirituales para la acción y para la clara percepción de cosas exteriores y embota sus capacidades al no obedecer a sus movimientos con la debida facilidad. Por lo tanto, si cerca del centro de la naturaleza, como es probable, suponemos las especies más densas y pesadas de la materia y en cambio, de acuerdo a la analogía que reina en nuestro edificio mundial, en las distancias mayores los grados progresivos de fineza *y* liviandad, la conclusión es evidente. Los seres razonables cuyo lugar de formación y permanencia se halla más cerca del centro de la creación, están hundidos en una materia espesa e inmóvil que mantiene encerradas sus fuerzas en una inercia insuperable y carece en el mismo grado de la capacidad para transmitirles y comunicarles con la debida claridad las impresiones del universo. Por lo tanto, estos seres razonables deberán ser contados en la clase inferior; en cambio, con la distancia del centro común crecerá en escala permanente la perfección de este mundo espiritual que descansa sobre la mutua dependencia del mismo de la materia. En la región más baja en relación a este punto de caída habrá que colocar por consiguiente las familias más imperfectas y malas de naturalezas razonables, y hacia allá es donde la calidad de los seres con todos los matices de la disminución se va perdiendo finalmente en la falta absoluta de la reflexión y del pensamiento. En efecto, considerando que el centro de la naturaleza es al mismo tiempo el comienzo de su formación de la materia bruta y su límite con el caos, agregando que la perfección de seres espirituales,

si bien tiene un límite extremo de su comienzo donde sus capacidades tocan la irracionalidad, no tiene límites de la continuación sobre los que no podría elevarse, si no encuentra hacía este lado una absoluta inmensidad, entonces será necesario, si existiera una ley por la cual las residencias de las criaturas razonables están distribuidas según el orden de su relación al centro común, ubicar la familia más baja e imperfecta que constituye algo como el comienzo de la especie del mundo espiritual, en aquel lugar que puede ser llamado comienzo de todo el universo, para llenar junto con éste en la misma progresión todas las inmensidades del tiempo y de los espacios con grados ilimitadamente crecientes de la perfección de la capacidad razonadora e ir acercándose paulatinamente al fin de la más alta perfección, es decir a la deidad, pero sin poder alcanzarlo jamás.

CAPÍTULO VIII

PRUEBA GENERAL DE LA EXACTITUD DE UNA TEORÍA MECÁNICA, DEL ORDEN UNIVERSAL EN GENERAL, Y ESPECIALMENTE DE LA CERTEZA CON RESPECTO A LA PRESENTE TEORÍA

No se puede mirar el edificio universal sin reconocer el perfecto ordenamiento en su instalación y las seguras señales de la mano de Dios en la perfección de sus relaciones. Después de haber considerado y admirado tanta belleza, tanta perfección, la razón se indigna con justo motivo de la audaz estupidez que se atreve a atribuir todo ello a la casualidad y a un feliz azar. La más alta sabiduría debe haber hecho el proyecto y un poder ilimitado debe haberlo ejecutado, si no sería imposible encontrar en la constitución del edificio universal tantos designios coincidentes en un mismo fin. Lo único que queda por resolver es si el proyecto de la institución del universo ya ha sido colocado por la máxima sabiduría dentro de las determinaciones esenciales de las naturalezas eternas e implantado en las leyes generales del movimiento para que se desarrollen de ellas libremente de una manera conveniente al más perfecto orden, o si las calidades de las partes integrantes del mundo tienen incapacidad total para coincidir y ni la más mínima relación para unirse, necesitando absolutamente una mano ajena para llegar a aquella limitación y coordinación que permite ver la per-

fección y belleza en sí. Un prejuicio casi general ha predispuesto a la mayoría de los filósofos contra la capacidad de la naturaleza de producir algo bueno por medio de sus leyes generales, como sí significase disputar a Dios el gobierno del mundo al buscar las formaciones primordiales en las fuerzas naturales y como si estas formasen un principio independiente de la deidad y un destino eternamente ciego.

Pero si se considera que la naturaleza y las leyes eternas prescriptas a las substancias para que puedan ejercer sus influencias mutuas, no son un principio autónomo y que debe existir fuera de Dios, y que precisamente el hecho de que demuestren tanta coincidencia y orden en lo que producen por leyes generales, evidencia que las esencias de todas las cosas deben tener su origen común en algún ser principal y que muestran meras relaciones mutuas y mera armonía precisamente porque las calidades tienen su fuente en una sola razón suprema cuya sabia idea las ha proyectado en relaciones acabadas y les ha implantado aquella capacidad por la cual aun abandonadas a su propio estado de eficacia producen sólo belleza y orden. Si se considera, repito, todo ello, la naturaleza nos ha de aparecer más digna de lo que se la considera comúnmente, y de sus desenvolvimientos no se esperará otra cosa que coincidencia y orden. En cambio, si se hace lugar a un prejuicio infundado según el cual las leyes generales de la naturaleza por ellas solas no producen otra cosa que desorden, y la coincidencia de todas para el bien que trasluce en la constitución de la naturaleza indica la mano inmediata de Dios, habrá que convertir forzosamente toda la naturaleza en milagros. El hermoso arco iris que aparece en las gotas de lluvia cuando dispersan los colores de la luz solar toda su belleza, la lluvia con sus beneficios, los vientos con la indispensable ayuda que de infinitas maneras prestan a las necesidades humanas, en una palabra todas las transformaciones del mundo que traen con ellas la conveniencia y el orden, no podrán ser deducidas de las fuerzas innatas de la materia. La empresa de los naturalistas que se han dedicado a esta clase de filosofía, tendrá que pedir solemnemente la absolución ante el tribunal de la religión. En efecto, entonces ya no habrá naturaleza; sólo un dios por medio de una máquina pro-

ducirá las transformaciones del mundo. Pero este extraño medio de demostrar la certeza del Ser Supremo por medio de la incapacidad esencial de la naturaleza, ¿qué efecto tendrá para convencer al epicúreo? Si las naturalezas de las cosas no producen por las leyes eternas de su ser otra cosa que desorden e incongruencia, demostrarán por ello mismo el carácter de su independencia de Dios, y ¿qué concepto merecerá una deidad a la cual las leyes generales de *la* naturaleza sólo obedecen gracias a una especie de obligación forzada, mientras por ellas mismas se oponen a sus más sabios designios? ¿No ganará el enemigo de la providencia tantas victorias sobre estos falsos principios como podrá comprobar coincidencias producidas sin ningún límite especial por las leyes generales de la naturaleza? ¿Y podrá carecer de ejemplos de esta clase? En cambio, aceptemos la siguiente conclusión más conveniente y exacta: La naturaleza, abandonada a sus calidades generales, es fecunda en meros frutos bellos y perfectos que demuestran coincidencias y eficacia no sólo entre ellos, sino también, en toda la extensión de su ser, armonizan con el beneficio del hombre y la glorificación de las calidades divinas. De ello se concluye que sus calidades esenciales no pueden tener necesidades independientes, sino que deben tener su origen en una sola razón como base y fuente de todos los seres y en la cual han sido proyectadas bajo relaciones comunes. Todo lo que entre sí se relaciona en una mutua armonía, ha de estar ligado entre sí en un solo ser del cual depende en su totalidad. Por consiguiente, existe un ser de todos los seres, una razón infinita y una sabiduría autónoma de donde hasta en su sola posibilidad la naturaleza deriva su origen en toda la esencia de las determinaciones. Ahora ya no se puede negar la capacidad de la naturaleza, porque ello menoscabaría la existencia de un Ser Supremo; cuanto más perfecta sea en sus desarrollos, cuanto mejor conduzca sus leyes generales hacia el orden y la coincidencia, tanto mejor prueba es ella de la deidad de la cual deriva estas condiciones. Sus productos dejan de ser efectos del azar y consecuencias de la casualidad; todo emana de ella de acuerdo a leyes inmutables que han de representar siempre algo conveniente porque éstas son meros rasgos del más sabio proyecto en el cual no cabe el desorden. No la casual cor.cu-

rrencia de los átomos de Lucrecio ha formado el mundo; fuerzas innatas y leyes que tienen por fuente la razón más sabia, han sido el origen inmutable de aquel orden que debía derivarse de ellas no al azar, sino de una manera necesaria.

Si conseguimos pues, deshacernos de un viejo e infundado prejuicio y de una cómoda filosofía que bajo la cara de la devoción trata de ocultar una indolente ignorancia, espero fundar sobre argumentos irrefutables una convicción segura: primero, *la que el mundo reconoce como origen de su constitución un desarrollo mecánico derivado de las leyes generales de la naturaleza;* y segundo, *que la forma de la creación mecánica que hemos presentado, es la verdadera.* Para juzgar si la naturaleza tiene suficientes facultades para producir la constitución del universo por una consecuencia mecánica de sus leyes de movimientos, hay que considerar antes cuán sencillos son los movimientos que observan los cuerpos siderales, y que no incluyen nada que exigiría una determinación más exacta que la que traen consigo las reglas generales de las fuerzas naturales. Los movimientos de revolución consisten en la combinación de la fuerza de caída que es una determinada consecuencia de las calidades de la materia, y del movimiento de impulso que puede ser considerado como un efecto de la primera por ser una velocidad alcanzada por la caída que sólo necesitaba una determinada causa para desviarse lateralmente de la caída vertical. Una vez alcanzada la determinación de estos movimientos, ya nada más hace falta para mantenerlos para siempre. Continúan en el espacio vacío por la combinación de la fuerza impulsora una vez impresa, con la atracción que emana de las fuerzas esenciales de la naturaleza, y no sufren en adelante ninguna trasformación. Las solas analogías en la coincidencia de estos movimientos demuestran la realidad de un origen mecánico con tanta evidencia que ya no es posible ponerlo en duda porque:

1) estos movimientos tienen una dirección totalmente uniforme, de manera que de seis planetas principales y diez satélites tanto en el movimiento de revolución como en sus rotaciones alrededor del eje no hay ni uno solo que se moviese en otra dirección que en la de occidente a oriente. Estas direcciones son además tan coincidentes

que sólo se desvían poco de un plano común, y este plano al cual todo está relacionado, es el plano ecuatorial del cuerpo que en el centro de todo el sistema gira en esta misma dirección alrededor de su eje y que, debido a su especial atracción, ha llegado a ser el punto de relación de todos los movimientos y ha debido por consiguiente participar de ellos tan exactamente como fuera posible. Una prueba de que todos los movimientos han nacido y han sido determinados de una manera mecánica concordante con las leyes generales de la naturaleza, y que la causa que, o imprimía u ordenaba los movimientos laterales, ha dominado en todo el espacio del edificio planetario y obedece en él a las leyes que observa la materia comprendida en un espacio uniformemente movido, lo constituye el hecho de que los diversos movimientos toman finalmente una sola dirección y se relacionan tan exactamente como es posible a un solo plano.

2) las velocidades son tales como deben ser en un espacio donde la fuerza motriz se halla en el centro, es decir, disminuyen progresivamente a medida que la distancia de él aumenta, y se pierden en la máxima lejanía en un total debilitamiento del movimiento que sólo da una inclinación lateral muy escasa a la caída vertical. Desde Mercurio que tiene la mayor fuerza de impulso, vemos disminuirla gradualmente hasta llegar a ser en el más extremo cometa tan pequeña como puede ser para no caer justamente sobre el sol. No se puede alegar que esto lo exigen las reglas de los movimientos centrales y circulares y que en la mayor cercanía del centro de la caída general debe haber la mayor velocidad de revolución, pues, ¿por qué deben tener órbitas exactamente circulares precisamente los cuerpos siderales que se hallan cerca del centro? ¿Por qué no son muy excéntricas las más cercanas, y circulares las más lejanas? O más bien, como todas difieren de esta estricta exactitud geométrica, ¿por qué aumenta esta desviación con la distancia? ¿No indican estas condiciones el punto hacia el cual originariamente había concurrido todo movimiento, y alrededor del cual varían en mayor grado según su proximidad, antes que otras causas determinantes han transformado sus direcciones en las actuales?

Pero si se quiere exceptuar la constitución del edificio mundial y el origen de los movimientos de las leyes generales de la na-

turaleza para atribuirlos a la acción inmediata de Dios, se notará muy pronto que las analogías citadas desmienten evidentemente este concepto. Porque en lo que respecta en primer lugar a la uniforme coincidencia de las direcciones, es manifiesto que no hay causa por la cual los cuerpos siderales deban realizar sus revoluciones precisamente hacia una sola dirección si no fuera que el mecanismo de su formación los hubiera determinado a ello. Porque el espacio en que giran es infinitamente poco resistente y no limita sus movimientos ni hacia un lado ni hacia el otro; por lo tanto, la elección de Dios no se limitaría sin motivo alguno a una sola determinación, sino se mostraría con mayor libertad en diversas variaciones y diferencias. Más aun: ¿por qué las órbitas de los planetas están relacionadas tan exactamente a un plano común, a saber al plano ecuatorial de aquel cuerpo grande que en el centro de todo movimiento dirige sus revoluciones? Esta analogía, en vez de evidenciar una causa de la conveniencia, es más bien el motivo de cierta perturbación que quedaría eliminada por una libre desviación de las órbitas, porque las atracciones de los planetas estorban ahora en cierta manera la uniformidad de sus movimientos, mientras no se obstaculizarían en lo más mínimo si no se relacionasen tan exactamente a un plano común.

Más aún que en todas estas analogías se muestra el más evidente indicio de la mano de la naturaleza en la falta de la más exacta determinación en aquellas condiciones que había tratado de alcanzar. Si lo mejor fuese que las órbitas planetarias estuviesen ubicadas casi sobre un plano común, ¿por qué no lo son con absoluta exactitud? ¿Y por qué quedó una parte de aquella desviación que ha debido ser evitada? Si los planetas cercanos a la órbita del Sol han recibido la cantidad de impulso necesario para equilibrar la atracción, ¿por qué falta algo a este perfecta igualdad? ¿Y por qué no son perfectamente circulares sus órbitas, si sólo el más sabio designio, apoyado por el máximo poder, ha tratado de producir esta determinación? ¿No se ve claramente que aquella causa que ha fijado las órbitas de los cuerpos siderales al tratar de ubicarlas sobre un plano común, no ha podido alcanzarlo completamente, y también que la fuerza que dominaba en todo el espacio celeste cuando

toda la materia formada ahora en globos recibía su velocidad giratoria, ha tratado cerca del centro de equilibrarla con la atracción, pero no ha podido alcanzar la perfecta exactitud? ¿No se conoce en ello el procedimiento ordinario de la naturaleza que la intervención de variadas cooperaciones siempre es desviado de la determinación exactamente medida?; ¿y se encontrarán únicamente en los designios finales de la suprema voluntad que lo manda así inmediatamente, las causas de este estado de cosas? Sin demostrar obstinación no se puede negar que la famosa explicación según la cual las calidades naturales indican los motivos por medio de los beneficios que de ellas se derivan, no cumple en este caso la prueba esperada. En relación al beneficio que de ello tendría el mundo, era por cierto indiferente del todo si las órbitas planetarias son perfectamente circulares o si son un poco excéntricas; si coinciden totalmente con el plano de sus relaciones generales o si se desvían un poco de él; pero si era necesario estar limitado a esta clase de coincidencias, era mejor atenerse a ellas por completo. Si es verdad lo que dice el filósofo, de que Dios hace constantemente geometría, y si ello trasluce también en las vías de las leyes generales de la naturaleza, esta regla tendría que ser perceptible perfectamente en las obras inmediatas del Verbo todopoderoso y estas ostentarían toda la perfección y la exactitud geométrica. Los cometas pertenecen también a estos defectos de la naturaleza. No se puede negar que en vista de sus órbitas y las transformaciones que por ellas sufren, se los ha de considerar como miembros imperfectos de la creación que ni pueden servir para dar residencias cómodas a seres razonables ni pueden ser útiles al beneficio de todo el sistema sirviendo alguna vez, de alimento al sol, porque es cierto que la mayoría de ellos no alcanzaría este fin antes del derrumbe de todo el edificio planetario. En la teoría del inmediato ordenamiento supremo del mundo sin desarrollo natural por medio de leyes generales de la naturaleza, esta observación sería chocante aun cuando es cierta. Mas en una teoría mecánica contribuye no poco para hacer resaltar la belleza del mundo y la manifestación de la omnipotencia. Al abarcar todos los posibles grados de variedad, la naturaleza extiende su voluntad sobre todas las especies desde la perfección hasta la nada, y los

mismos defectos son un indicio de la abundancia de la que su esencia es inagotable.

Es de presumir que las citadas analogías valdrían tanto contra el prejuicio que harían aceptable el origen mecánico del edificio mundial, si no existiesen determinados argumentos, sacados de la misma naturaleza de las cosas, que parecen contradecir esta teoría por completo. El espacio celeste, como mencionamos varias veces, es vacío o, por lo menos, ocupado por una materia infinitamente tenue que por consiguiente no ha podido proporcionar ningún medio para imprimir movimientos comunes a los cuerpos siderales. Esta dificultad es tan importante y valiosa que Newton, pese a todos los motivos que tenía para confiar más que cualquier otro mortal en los resultados de su filosofía, se vió obligado en este lugar a abandonar la esperanza de solucionar por las leyes de la naturaleza y las fuerzas de la materia la procedencia de las fuerzas impulsoras inherentes a los planetas, pese a todas las coincidencias que indicaban un origen mecánico. Aunque para un filósofo es una triste resolución la de abandonar frente a condiciones compuestas y todavía muy alejadas de las simples leyes fundamentales, el esfuerzo de la investigación y de contentarse aduciendo la voluntad inmediata de Dios, Newton reconoció aquí la línea divisoria que separa entre sí la naturaleza y el dedo de Dios, el curso de las leyes introducidas por la primera y el gesto del último. Después de la desesperanza de un filósofo tan grande, parece ser un atrevimiento esperar que de tamaña dificultad la cuestión consiga reemprender un feliz progreso.

Pero la misma dificultad que quitó a Newton la esperanza de comprender por las leyes de la naturaleza las fuerzas impulsoras de los cuerpos siderales, su dirección y sus determinaciones, ha sido la fuente de la teoría que hemos expresado en los capítulos anteriores. Ella fundamenta una teoría mecánica, pero una teoría que está muy lejos de aquella que Newton encontró insuficiente y por la cual rechazó todas las investigaciones porque (si puedo atreverme a decirlo) estaba equivocado al considerarla como la única entre todas las posibles de su especie. Es muy fácil y natural llegar, hasta por medio de la dificultad de Newton, por una breve y profunda

conclusión a la certeza de aquella explicación mecánica que hemos esbozado en el presente tratado. Si se supone (como ineludiblemente hay que confesarlo) que las analogías antes indicadas establecen con la máxima certeza que los movimientos y círculos armonizantes y ordenadamente relacionados de los cuerpos siderales indican como su origen una causa natural, ella, sin embargo, no puede ser la misma materia que llena ahora el espacio celeste. Por lo tanto, ia que antes llenaba estos espacios y cuyo movimiento ha sido la causa de las actuales revoluciones de los cuerpos siderales, después de juntarse en estos globos y evacuar con ello los espacios que ahora aparecen vacíos, o, lo que de esto se deduce inmediatamente, las materias mismas que constituyen los planetas, los cometas y hasta el Sol, deben haber estado al comienzo dispersos en el espacio del sistema planetario y en este estado haber entrado en movimientos, que han conservado al juntarse en sendos conglomerados y formar los cuerpos siderales que abarcan, entre todos, el elemento antes disperso de la materia mundial. Aquí no podemos tardar en descubrir la fuerza motriz que bien puede haber puesto en movimiento esta materia de la naturaleza en formación. El mismo impulso que logró la reunión de las masas, la fuerza de atracción que es esencial de la materia y se presta por ello a ser en el momento inicial de la naturaleza la primera causa del movimiento, ha sido la fuente de la misma. La dirección que en esta fuerza tiende siempre exactamente hacia el centro, no es aquí un obstáculo, pues es seguro que la sutil materia de elementos dispersos en su movimiento vertical ha tenido que desviarse en diversos movimientos laterales tanto a causa de la diversidad de los puntos de atracción como por el obstáculo que ofrecen al cruzarse sus lineas de caída, y que en estos movimientos laterales la determinada ley natural según la cual toda materia que se limita por efectos mutuos, llega al final a un estado en que una causa a la otra la menor variación posible, ha producido tanto la uniformidad de dirección como también los necesarios grados de velocidad, acordes en cada distancia a la fuerza central y por cuya reunión los elementos no tratan de divagar ni hacia arriba ni hacia abajo, con lo cual todos los elementos han sido movidos no sólo en sentido lateral, sino también casi en cír-

culos paralelos y libres por el tenue espacio celeste alrededor del punto común de caída. Estos movimientos de las partes tenían que continuar después cuando de ellas se habían formado globos planetarios, y existen actualmente hasta ilimitados tiempos futuros por la conjunción del impulso una vez impreso con la fuerza central. Sobre esta causa tan comprensible reposan la uniformidad de las direcciones en las órbitas planetarias, la relación exacta a un plano común, el equilibrio, la moderación de las fuerzas impulsoras según la atracción del lugar, la menor exactitud de estas analogías en la medida de la mayor distancia y la libre desviación de los más extremos cuerpos siderales tanto hacia ambos lados como hacia la dirección contraria. Si estos indicios de la dependencia mutua en las determinaciones de la formación señalan con evidente certeza una materia originariamente en movimiento y dispersa por todo el espacio, la falta absoluta de toda materia en este espacio celeste, ahora vacío — con excepción de aquella que entra en la composición de los cuerpos de los planetas, del sol y de los cometas, — demuestra que esta misma materia debe haberse hallado al comienzo en aquel estado de dispersión. La facilidad y exactitud con que en los capítulos anteriores todos los fenómenos de la estructura mundial han sido deducidos de este principio supuesto, es una coronación de esta suposición y le da un valor que deja de ser arbitrario.

La certeza de una teoría mecánica sobre el origen del edificio mundial y principalmente del nuestro, es llevada al más alto grado de la convicción si se considera la formación de los cuerpos siderales mismos, la importancia y la magnitud de sus masas de acuerdo a las condiciones que tienen en vista de su distancia del centro de gravitación. Porque la densidad de su materia, considerándola en la totalidad de su conglomerado, va disminuyendo en grados constantes con las distancias del sol: determinación que señala tan claramente las determinaciones mecánicas de la primera formación que ya no se puede pedir más. Están compuestos de materias entre las cuales las de una especie más pesada han recibido un lugar más bajo con respecto al punto común de caída, mientras las de una especie más liviana están a mayor distancia, condición que es necesaria en toda clase de creación natural. Pero en una ins-

titución que se deriva inmediatamente de la voluntad divina, no existe el más mínimo motivo para esta condición. Pues aunque puede parecer que los globos más alejados deban ser hechos de materia más liviana para que puedan sentir el necesario efecto de la menor fuerza de los rayos solares, sería ésta una finalidad que sólo se aplicaría a la calidad de las materias ubicadas en la superficie y no a las especies más profundas del interior del conglomerado sobre las cuales el calor solar nunca tiene efecto alguno, puesto que sirven para producir la atracción del planeta para que los cuerpos circundantes vayan cayendo hacia él, y no pueden tener por lo tanto la más mínima relación con la fuerza o debilidad de los rayos solares. Si nos preguntamos pues, porqué, según los exactos cálculos de Newton, las densidades de la Tierra, de Júpiter y de Saturno están proporcionadas entre ellas como 400, 94½ y 64, sería incongruente atribuir la causa al designio de Dios quien las habría graduado según el calor solar; pues en este caso puede servir de contraprueba nuestra Tierra en la cual el Sol opera con sus rayos sólo hasta una tan escasa profundidad bajo la superficie que la parte de su masa interior que debe tener alguna relación con el Sol, no es ni siquiera la millonésima parte del total y que todo el resto no tiene ninguna importancia con respecto a aquel designio. Por lo tanto, si la materia que forma los cuerpos siderales, tiene entre sí una relación ordenada y en armonía con las distancias, y si ahora los planetas ya no pueden limitarse mutuamente porque se hallan separados entre sí en el espacio vacío, entonces su materia debe haber estado antes en condiciones de haber podido producir efectos mutuos, para limitarse a los lugares proporcionados a su peso específico, lo que no ha podido ocurrir de otra manera sino que sus partes antes de la formación han estado dispersas en todo el espacio del sistema hasta alcanzar según la ley general de movimiento, lugares correspondientes a su densidad.

La relación existente entre la magnitud de las masas planetarias que aumenta con las distancias, es el segundo argumento que demuestra claramente la formación mecánica de los cuerpos siderales y principalmente nuestra teoría de la misma. ¿Por qué aumentan las masas de los cuerpos siderales aproximadamente en la medida de

las distancias? Siguiendo una teoría que atribuye todo a la elección de Dios, no se podría imaginar otro designio para que los planetas lejanos tuvieran masas mayores que aquel que por la fuerza extraordinaria de su atracción pudieran incluir en su esfera una o varias lunas que servirían para hacer más cómoda la residencia a los habitantes que les han sido destinados. Pero esta finalidad podía ser mantenida igualmente por una mayor densidad en el interior de su núcleo, y ¿por qué era necesario que se conservara la liviandad de la materia que existe por motivos especíales y que se opone a esta relación, y que la prevalencia del volumen la superara tanto que la masa de los planetas superiores cobrara mayor importancia que la de los inferiores? Si no tiene en cuenta la forma de creación de estos cuerpos, será difícil explicar esta relación, pero si se la considera, nada es más fácil que comprender esta determinación. Cuando la materia de todos los cuerpos siderales se hallaba todavía extendida por el espacio del sistema planetario, la atracción formaba de estas partículas globos que indudablemente debían llegar a ser tanto más grandes cuanto más alejado estaba el lugar de su esfera de formación de aquel cuerpo central general que desde el centro de todo el espacio limitaba y estorbaba esta reunión en todo lo que podía, por medio de una atracción especialmente poderosa.

Los índices de esta formación de los cuerpos siderales de materia elemental originariamente extendida se observa con placer en la amplitud de los espacios intermedios que separan sus órbitas entre sí y que, según este concepto, deben ser considerados como los compartimientos vacíos de donde los planetas han sacado la materia para su formación. Se ve cómo estos espacios intermedios entre las órbitas están en relación con la magnitud de las masas formadas de ellos. La distancia entre las órbitas de Júpiter y de Marte es tan grande que el espacio comprendido en ellos supera la superficie de todos los círculos planetarios inferiores tomados en conjunto, pero también es la que debe corresponder al más grande entre todos los planetas, aquel que tiene mayor masa que todos los otros juntos. Esta distancia entre Júpiter y Marte no se puede atribuir a la finalidad de que sus atracciones se estorben entre ellas lo menos posible. Pues de acuerdo a este argumento, el planeta entre dos círculos

se hallaría siempre más cerca de aquel planeta cuya atracción reunida a la suya puede estorbar en menor grado las revoluciones de ambos alrededor del sol, por consiguiente a aquel que tiene la menor masa. Como de acuerdo a los cálculos exactos de Newton la fuerza con que Júpiter puede influir en la revolución de Marte se halla a aquella que ejerce sobre Saturno por las atracciones unidas, en la proporción de 1/12512 a 1/200, es fácil calcular cuánto más cerca debería hallarse Júpiter de la órbita de Marte que de la de Saturno, si su distancia fuese determinada por la finalidad de su relación exterior y no por el mecanismo de su formación. Pero como ello no es así, como un círculo planetario con respecto a los dos círculos que están arriba y debajo de él muchas veces dista más de aquel en que gira un planeta menor que de la órbita de uno de mayor masa, y como la dimensión del espacio que rodea el círculo de cada planeta tiene siempre una justa proporción con su masa, es evidente que ha sido el modo de la formación que ha determinado estas relaciones y que, siendo estas determinaciones, según parece, vinculadas entre ellas como la causa y la consecuencia, la conclusión más acertada será la de considerar los espacios comprendidos entre los círculos como los depósitos de aquella materia que ha entrado en la formación de los planetas. La conclusión inmediata de ello es que la magnitud de los planetas debe estar proporcionada a la de sus masas, relación que en los planetas más alejados es aumentada por la mayor dispersión de la materia elemental en estas regiones durante su estado primitivo. Por consiguiente, de dos planetas que se igualan aproximadamente en masa, el más alejado debe tener un mayor espacio de formación, es decir una mayor distancia de los dos círculos vecinos, tanto porque la materia era allá de una especie específicamente más liviana como porque estaba más dispersa que en aquel planeta que se formaba en mayor proximidad del sol. Por lo tanto, aunque la Tierra junto con la luna no parece igualar a Venus en contenido corpóreo, necesitaba alrededor de ella un espacio de formación más grande, porque tuvo que formarse de una materia más dispersa que aquel planeta inferior. Por estos motivos se puede suponer de Saturno que su esfera de formación se haya extendido mucho más por el lado opuesto al centro

que en el lado que da hacia él (lo que rige para casi todos los planetas), y por consiguiente, el espacio comprendido entre el círculo de Saturno y la órbita del planeta superior vecino a éste que se puede suponer por encima de él, ha de ser mucho mayor que el espacio comprendido entre Saturno y Júpiter.

Así en el edificio mundial de los planetas todo se propaga gradualmente hasta ilimitadas lejanías en justas relaciones a la primera fuerza creadora que cerca del centro ha sido más eficaz que en la distancia. La disminución de la fuerza impulsora impresa, la desviación de la más exacta coincidencia en la dirección y posición de los círculos, las densidades de los cuerpos siderales, la parsimonia de la naturaleza en lo referente al espacio de su formación, todo ello disminuye gradualmente desde el centro hasta las lejanas distancias; todo demuestra que la primera causa ha estado ligada a las reglas mecánicas del movimiento y no ha actuado por libre elección.

Pero lo que demuestra tan claramente como cualquier otra cosa la originaria formación de los globos celestes de la materia elemental dispersas inicialmente en el espacio ahora vacío del cielo, es aquella coincidencia que me brinda el Señor de Buffon, pero que en su teoría, está lejos de tener la utilidad que tiene en la nuestra. Pues según su observación, al sumar los planetas cuyas masas pueden ser determinadas por el cálculo y que son Saturno, Júpiter, la Tierra y la Luna, resultaría un conglomerado cuya densidad se aproxima a la densidad del cuerpo solar como 640 a 650, y por tratarse de las piezas principales del sistema planetario, los restantes planetas, Marte, Venus y Mercurio, apenas merecen ser tenidos en cuenta. Comprobaremos pues con justificado asombro la extraña igualdad que reina entre la materia del edificio planetario entero, considerándolo reunido en un conglomerado, y la masa de los soles. Sería una ligereza irresponsable atribuir esta analogía a una casualidad, puesto que entre una variedad de materias tan infinitamente diversas de las que sólo en nuestra Tierra se encuentran algunas que se superan entre ellas quince mil veces en densidad, se ha aproximado tanto en su total a la relación de 1 a 1; habrá que admitir que, considerando el Sol como una mezcla

de todas las especies de materia que en el edificio planetario están separados entre ellas, todos en conjunto parecen haberse formado en un espacio que inicialmente estaba lleno de materia uniformemente dispersa, reuniéndose sobre el cuerpo central sin distinción, mientras para la formación de los planetas fueron repartidas de acuerdo a las alturas. Dejaré que aquellos que no quieren admitir la formación mecánica de los cuerpos siderales, expliquen como puedan esta destacada coincidencia por los motivos de la elección de Dios. Cesaré finalmente, de fundamentar sobre más argumentos probatorios un asunto de tan convincente claridad como lo es el desarrollo del edificio mundial por las fuerzas de la naturaleza. El que puede quedar inmutable frente a tanta convicción, debe yacer profundamente atado en las cadenas del prejuicio, o debe ser totalmente incapaz de levantarse por encima del fárrago de opiniones tradicionales hacia la contemplación de la más pura verdad. Sin embargo, es de creer que nadie más que los imbéciles con cuyo aplauso no se puede contar, podrán desconocer lo acertado de esta teoría si las coincidencias que el edificio mundial posee en todas sus conjunciones en provecho de la criatura razonable pareciesen fundarse en algo más que meras leyes generales de la naturaleza. También se cree con razón que disposiciones hábiles que tienden a una digna finalidad, deben tener como autor una razón sabia, y se sentirá satisfacción completa al considerar que las cosas, no reconociendo otra fuente inicial que ésta, deben tener en sus calidades esenciales y generales una tendencia natural hacia conclusiones decentes y bien coincidentes entre sí. Por lo tanto, no hay por qué resistirse a atribuir las disposiciones de la constitución universal que resulten en beneficio de las criaturas, a una consecuencia natural de las leyes generales de la naturaleza, pues todo lo que fluye de ellas, no es el resultado del ciego azar o de la necesidad irrazonable, sino se basa al final de todo en la más Suprema Sabiduría de la que las calidades generales deducen su coincidencia. Esta primera conclusión es muy acertada: Si en la constitución del mundo se manifiestan orden y belleza, existe un Dios. Pero la otra no es menos fundada: Si este orden ha podido deri-

varse de leyes generales de la naturaleza, ésta es por entero necesariamente un resultado de la Suprema Sabiduría.

Pero si alguien quiere obstinarse en reconocer la aplicación inmediata de la sabiduría divina en todas las disposiciones de la naturaleza que entre ellas comprenden armonía y fines útiles, no atreviéndose a atribuir consecuencias coincidentes al desarrollo por leyes generales de movimiento, le aconsejaría que al contemplar el edificio mundial dirija sus ojos no a uno solo entre los cuerpos celestes sino a la totalidad, para librarse de una vez de esta obsesión. Si la posición inclinada del eje terrestre con relación a su órbita fuera, a causa de la agradable supresión de las estaciones del año, una prueba de la mano inmediata de Dios, entonces sólo hace falta traer a colación la posición de los ejes en los otros cuerpos siderales para darse cuenta que varía en cada uno de ellos y dentro de estas variedades hay algunos que no la tienen del todo, como por ejemplo Júpiter cuyo eje es perpendicular al plano de su órbita, y Marte cuyo eje es casi perpendicular de manera que ambos no disfrutan de ningún cambio de estaciones, pero no dejan por eso de ser obras de la Suprema Sabiduría como los otros. El acompañamiento de las lunas en Saturno, Júpiter y la Tierra parecería ser una disposición especial del Ser Supremo, si el libre abandono de esta finalidad a través de todo el sistema del edificio mundial no mostrase que la naturaleza ha producido estas determinaciones sin que alguna fuerza extraordinaria haya intervenido en su libre comportamiento. Júpiter tiene cuatro lunas, Saturno cinco, la Tierra una y los restantes planetas ninguna aunque parecería que por sus noches más largas la necesitarían más que aquéllos. Al admirar la igualdad de las fuerzas impulsoras impresas a los planetas proporcionada a las tendencias centrípetas de su distancia como la causa por la cual giran casi en círculos alrededor del Sol y son habilitados, debido a la regularidad del calor transmitida por el Sol, a servir de residencia a seres razonables, y al considerarla como la mano directa de la Omnipotencia, se siente uno de repente reducido a las leyes generales de la naturaleza por la consideración de que toda calidad planetaria se va perdiendo paulatinamente por todos los grados de la disminución en la profundidad del cielo, y

que precisamente la Suprema Sabiduría que se habría complacido en los movimientos moderados de los planetas, no ha excluido tampoco los defectos en que termina el sistema al desembocar en la completa irregularidad y desorden. No obstante tener una esencial determinación a la perfección y al orden, la naturaleza abarca en la extensión de sus variaciones todas las diferencias posibles, incluidos los defectos y las desviaciones. Esta misma ilimitada fecundidad suya ha producido tanto los globos habitados como los cometas, las montañas útiles y los escollos dañinos, los paisajes habitables y los yermos desiertos, las virtudes y los vicios.

TERCERA PARTE

CONTIENE UN ENSAYO DE UNA COMPARACIÓN ENTRE LOS HABITANTES DE DIVERSOS PLANETAS, BASADA EN LAS ANALOGÍAS DE LA NATURALEZA

He, who thro' vast immensity can pierce,
See worlds on worlds compose one Univcrse,
Observe how systern into system runs,
What other planets circle other suns,
What vary'd Being peoples ev'ry star,
May tell why Heaven has made us as we are.

POPE, *An Essay on Man,* Epistle I.

Aquel que puede penetrar la vasta inmensidad,
Ve mundos de mundos formando un universo,
Observa cómo los sistemas se convierten en sistemas.
Cómo otros planetas circundan otros soles,
Qué cantidad de seres hay en cada estrella,
Y por qué el hombre ha sido hecho por Dios tal co-
[mo es.

APÉNDICE

DE LOS HABITANTES DE LOS ASTROS

Como opino que sería deshonrar el carácter de la filosofía si se la usara para afirmar con una especie de ligereza libres divagaciones del ingenio con alguna verosimilitud, aun cuando se declarase que sólo se haría con fines de diversión, no traeré en el presente ensayo otras proposiciones que las que realmente puedan contribuir a ampliar nuestro conocimiento y cuya probabilidad esté al mismo tiempo tan bien fundada que no se podrá menos que reconocerlas.

Aunque parezca que en un tema de esta especie no exista un verdadero límite para la libertad de ficción, y que en el juicio sobre las calidades de los habitantes de mundos lejanos es permitido dar rienda suelta a la imaginación con mucha mayor libertad que un pintor en la reproducción de las plantas o animales de tierras no descubiertas, y que tales fantasías no puedan ser ni probadas ni refutadas, tengo que confesar, sin embargo, que las distancias de los cuerpos siderales del Sol traen consigo determinadas relaciones que implican una influencia esencial sobre las diversas calidades de los seres razonables que en ellos se hallan, puesto que su manera de actuar y de sufrir está ligada a la calidad de la materia con la que están vinculados, y depende del grado de las impresiones que el mundo despierta en ellos de acuerdo a las características de la relación de su lugar de residencia al centro de la atracción y del calor.

Opino que no es precisamente necesario afirmar que todos los planetas deben estar habitados, aun cuando sería una incongruencia negarlo con respecto a todos o a la mayoría de ellos. Dada la riqueza de la naturaleza en que mundo y sistemas son, en relación a la totalidad de la creación, nada más que polvillos, bien podrían existir también regiones desiertas e inhabitadas que no sean utilizadas con toda exactitud para la finalidad de la naturaleza que es la contemplación de seres razonables. Sería como si se quisiera fundar en la sabiduría de Dios como motivo para no admitir que desiertos arenosos e inhabitados ocupan grandes extensiones de la superficie terrestre y que en los océanos hay islas abandonadas en que no se halla ningún hombre. Sin embargo, un planeta es, en relación a la totalidad de la creación, mucho menos que un desierto o una isla en relación a la superficie terrestre.

Es posible que no todos los cuerpos siderales hayan llegado a la formación definitiva; se necesitan siglos y tal vez miles de años hasta que un cuerpo sideral grande haya alcanzado un estado sólido de sus materias. Júpiter parece hallarse todavía en este proceso. La notable variación de su forma en diversos tiempos ha hecho suponer hace mucho a los astrónomos que debe estar sujeto a grandes perturbaciones y que su superficie está lejos de ser tan tranquila como debe serla a la de un planeta habitable. Si es que no tiene habitantes y tampoco debe tenerlos nunca, qué insignificante gasto de la naturaleza sería esto en comparación con la inmensidad de la creación eterna. ¿Y no sería más bien un indicio de su pobreza en vez de su abundancia si en cada punto del espacio tuviera que ser tan prolija de presentar todas sus riquezas?

Mas con una satisfacción aun mayor se puede suponer que, si bien ahora es inhabitado, lo dejará de ser alguna vez cuando el período de su formación haya terminado. Tal vez nuestra Tierra existió mil años o más antes de estar en condiciones de poder sustentar hombres, animales y plantas. Que un planeta llegue a algunos miles de años más tarde a esta perfección, no menoscaba en nada la finalidad de su existencia. Por eso mismo permanecerá en el futuro por más tiempo en la perfección de su constitución, una vez que la haya alcanzado, pues con todo es una segura ley de la naturaleza

de que todo lo que tiene un comienzo, se aproxima constantemente a su ocaso y se halla tanto más cerca de éste cuando más se ha alejado del punto de su comienzo.

La concepción satírica de aquella ingeniosa cabeza de La Haya que después de reproducir las noticias generales del dominio de las ciencias sabía ridiculizar las fantasías sobre la necesidad de que todos los cuerpos siderales están poblados, no puede ser menos que aprobada. "Aquellas criaturas — dijo — que habitan las selvas sobre la *cabeza* de un mendigo, habían considerado hace mucho tiempo su residencia como un globo inconmensurable y a sí mismos como obras maestras de la creación, cuando uno de ellos a quien el cielo había dotado de un alma más refinada, un pequeño *Fontenelle* de su especie, percibió de repente la *cabeza* de un caballero. En seguida convocó a todas las *cabezas* ingeniosas del barrio y les dijo lleno de deleite: Nosotros no somos los únicos seres animados de toda la naturaleza; mirad aquí una tierra nueva, aquí viven más piojos". Si el final de esta conclusión hace reir, no es porque sea muy distinta de la manera de juzgar de los hombres, sino porque este mismo error, que en los hombres proviene de la misma causa, parece merecer en ellos mayor excusa.

Juzguemos sin prejuicio. Este insecto que tanto por su manera de vivir como por su insignificancia traduce muy bien el carácter de la mayoría de los hombres, puede ser utilizado con buenas razones para esta comparación. Porque de acuerdo a su imaginación, su existencia debe importar enormemente a la naturaleza, considera vana toda restante creación que no demuestra una exacta finalidad con respecto a su especie, centro de todas sus finalidades. El hombre, aunque dista infinitamente de la escala suprema de los seres, es lo suficientemente atrevido para halagarse con la misma fantasía con respecto a la necesidad de su existencia. La infinidad de la creación abarca con la misma necesidad todas las naturalezas que produce su exhuberante riqueza. Desde la más sublime clase de los seres razonables hasta el más despreciado insecto, ningún eslabón le es indiferente; y ninguno puede faltar sin que por ello sea interrumpida la belleza del todo que consiste en la relación mutua. Sin embargo, todo es determinado por leyes generales que la naturaleza

produce por la combinación de las fuerzas que originariamente le fueron implantadas. Como en su procedimiento sólo produce conveniencia y orden, ningún designio aislado debe perturbar *e* interrumpir su consecuencia. Durante su primera formación, la creación de un planeta no era más que una consecuencia infinitamente pequeña de su fecundidad, y ahora sería una incongruencia que sus leyes tan bien fundadas debieran ceder a las finalidades especiales de este átomo. Si las condiciones de un cuerpo sideral oponen obstáculos naturales a la población, será inhabitado, aun cuando fuera más hermoso que tuviera habitantes. La perfección de la creación no pierde nada con ello, porque lo infinito es entre todas las magnitudes la única que no disminuye por la substracción de una parte finita. Sería como si quisiéramos lamentarnos de que el espacio entre Júpiter y Marte se halla tan inútilmente vacío o que hay cometas que no son poblados. En efecto, por más insignificante que quiera aparecemos aquel insecto, a la naturaleza le importa seguramente más la conservación de toda su especie que el pequeño número de seres más perfectos de los que hay siempre una cantidad infinita aun cuando una región o un lugar les están vedados. Como la naturaleza es inagotable en la producción de ambas especies, las abandona ambas con la misma despreocupación a las leyes generales para su conservación y destrucción. El dueño de aquellas selvas habitadas sobre la cabeza del mendigo, ¿habrá producido alguna vez mayores desvastaciones entre la especie de aquella colonia que las que hizo el hijo de Felipe en la especie de sus conciudadanos cuando su genio malo le metió en la cabeza que el mundo había sido creado exclusivamente para él?

Con todo la mayoría de los planetas con seguridad están habitados, y los que no lo están, lo estarán alguna vez. ¿Qué condiciones serán creadas entre las diversas especies de estos habitantes por la relación de su lugar en el universo con respecto al centro de donde emana el calor que lo vivifica todo? Porque es seguro que éste produce entre las materias de estos cuerpos siderales ciertas condiciones en sus determinaciones en la proporción de su distancia. El hombre que entre todos los seres razonables es el que mejor conocemos, aun cuando sus condiciones internas sigan siendo un proble-

ma inexplorado, tiene que servir en esta comparación como base y punto general de relación. No lo consideraremos aquí por sus calidades morales ni tampoco por la constitución física de su estructura. Sólo queremos estudiar en qué grado su capacidad de pensar razonablemente, y el movimiento de su cuerpo que obedece a aquélla, sean restringidas por las condiciones proporcionadas a la distancia del Sol, de la materia a la que está atado. No obstante la infinita distancia que existe entre la fuerza de pensar y el movimiento de la materia, entre el espíritu razonable y el cuerpo, es seguro que el hombre que deduce todas sus concepciones e ideas de las impresiones que el universo produce en su alma por medio de su cuerpo, depende tanto en lo que se refiere a su claridad como también en lo referente a su facilidad para juntarlas y compararlas —lo que se llama la facultad de pensar— por completo de las condiciones de aquella materia a la que su creador lo ha atado.

El hombre ha sido creado para recibir las impresiones y emociones que el mundo debe provocar en él, por medio de aquel cuerpo que es la parte visible de su ser y cuya materia no sólo sirve al espíritu invisible que lo habita para imprimirle las primeras concepciones de las cosas exteriores, sino también es indispensable en la acción interna de repetirlas, de ligarlas entre sí, en una palabra, de pensar [1]. En la medida en que se forma su cuerpo, las facultades de su naturaleza razonable reciben también los grados convenientes de perfección y alcanzan una capacidad asentada y viril sólo cuando las fibras de sus instrumentos llegan a la solidez y duración que es la perfección de su formación. Se desarrollan en él lo suficientemente temprano aquellas facultades por las cuales puede satisfacer las necesidades que le impone la dependencia de las cosas externas. Algunos hombres no llegan más allá de este grado de desarrollo. La capacidad de reunir entre sí concepciones abstractas y de dominar la tendencia de las pasiones por

[1] Por los principios de la psicología consta que, debido a la constitución actual en que la creación ha hecho depender entre ellos el cuerpo y el alma, ésta no sólo debe llevar, por la comunidad e influencia del cuerpo, todos los conceptos del universo, sino también el mismo ejercicio de su fuerza *de* pensar depende del estado del cuerpo y recibe con su ayuda la capacidad necesaria. *(Nota de Kant.)*

la libre aplicación del entendimiento, se presenta tarde y en algunos nunca en toda su vida; pero en todos es débil y sirve a las fuerzas inferiores sobre las que debería reinar y en cuyo dominio consiste la superioridad de su naturaleza. Si se mira la vida de la mayoría de los hombres, parecería que esta criatura ha sido creada para que igual que una planta atraiga hacia sí la savia y crezca, procree su especie, finalmente envejezca y muera. Entre todas las criaturas, el hombre es el que menos alcanza la finalidad de su existencia, porque gesta sus facultades eximías para fines que las restantes criaturas alcanzan con facultades menores, pero también de una manera más segura y decente. Sería también, por lo menos a los ojos de la verdadera sabiduría, la criatura más despreciable de todas, si no fuera porque la esperanza de lo futuro lo levantase y que a las fuerzas encerradas en él les quedaría reservado el período de un desarrollo completo.

Estudiando la causa de los obstáculos que mantienen la naturaleza humana en una humillación tan profunda, la encontramos en la burda calidad de la materia en que está hundida su parte espiritual, en la inelasticidad de las fibras y en la pereza e inmovilidad de las savias que deben obedecer a las vibraciones de aquella parte. Los nervios y los líquidos de su cerebro sólo le proporcionan conceptos burdos y poco claros, y como en el interior de su capacidad de pensar no puede oponer a los alicientes de las percepciones sensuales conceptos vigorosos en cantidad suficiente para equilibrarlas, es arrastrado por sus pasiones y ensordecido y perturbado por el estrépito de los elementos que mantienen su máquina. Los esfuerzos de la razón para rebelarse contra ello y eliminar estas perturbaciones por la luz de la inteligencia, son como los rayos del Sol cuando gruesas nubes interrumpen y obscurecen permanentemente su esplendor.

Esta calidad burda de la materia y del tejido en la estructura de la naturaleza humana es la causa de aquella pereza que mantiene las facultades del alma en permanente flojedad y falta de vigor. La acción de pensar y de las concepciones aclaradas por la razón es un estado de esfuerzo en que el alma no puede colocarse sin resistencia y del cual recae pronto, por la tendencia natural de la má-

quina corpórea, al estado pasivo, puesto que los alicientes sensuales determinan y rigen todas sus acciones.

Esta pereza de su fuerza de pensar que es una consecuencia de la dependencia de una materia burda y que no se puede dirigir bien, no sólo es la fuente del vicio, sino también del error. Como la dificultad inherente al esfuerzo de disipar la niebla de los conceptos confusos y de separar el conocimiento obtenido por ideas comparadas de las impresiones sensuales, sirve de obstáculo, prefiere dar lugar a un aplauso precipitado y descansa en la posesión de un conocimiento que la pereza de su naturaleza y el obstáculo de la materia apenas le permiten ver desde un lado.

En esta dependencia se desvanecen las facultades espirituales junto con la vivacidad del cuerpo. Cuando la gran vejez debido a la debilitada circulación de las savias sólo hace hervir en el cuerpo humores espesos, cuando la elasticidad de las fibras y la agilidad en todos los movimientos disminuyen, se endurecen las fuerzas del espíritu en igual cansancio. La velocidad de los pensamientos, la claridad de las concepciones, la vivacidad del ingenio y la facultad recordatoria pierden vigor y calor. Los conceptos injertados por larga experiencia reemplazan de alguna manera la desaparición de estas fuerzas, y la inteligencia demostraría su incapacidad con mayor claridad si la violencia de las pasiones que necesita esta rienda, no disminuyera al mismo tiempo y aun antes.

De todo ello surge con evidencia que las fuerzas del alma humana son limitadas y estorbadas por los obstáculos de una materia burda a la que son atadas íntimamente; pero algo aún más extraño es el hecho que esta calidad específica de la materia tiene una relación especial al grado de la influencia con que el Sol en la medida de su distancia la vivifica y capacita para los trabajos de la economía animal. Esta necesaria relación con el fuego que se extiende desde el centro del sistema mundial para mantener la materia en el movimiento necesario, es la causa de una analogía que por eso mismo se establece entre los diversos habitantes de los planetas; y cada una de estas clases, por la fuerza de esta relación, está atada por la necesidad de su naturaleza al lugar que le fué indicado en el Universo.

Los habitantes de la Tierra y de Venus no pueden cambiar entre ellos sus residencias sin su propia muerte. El primero cuya materia está proporcionada al grado del calor de su distancia y *es*, por lo tanto, demasiado liviana y fugaz para un grado aun mayor, sufriría en la esfera más calentada movimientos violentos y un despedazamiento de su naturaleza originados por la dispersión y el disecamiento de los humores y cuya inercia de los elementos formativos necesitan de una gran influencia del Sol, se volvería rígido en una región celeste más fría y perecería en una falta de animación. De la misma manera, deben ser materias mucho más livianas y fugaces las que forman el cuerpo del habitante de Júpiter para que la poca vibración con que el Sol puede operar en esta distancia, pueda mover estas máquinas tan vigorosamente como lo hace en las regiones inferiores, y para sintetizar todo en un concepto general: *La materia de la que están formados los habitantes de diversos planetas y hasta los animales y plantas en ellos, tiene que ser de una especie más liviana y fina y la elasticidad de las fibras junto con la apropiada disposición de su estructura tiene que ser más perfecta en la medida en que aumenta la distancia del Sol.*

Esta relación es tan natural y bien fundada que se explica no sólo por las causas de la finalidad perseguida que en la teoría natural son consideradas generalmente sólo como argumentos débiles, sino también por la proporción de la calidad específica de las materias que forman los planetas, las que constan tanto por los cálculos de Newton como por los argumentos de la cosmogonía y de acuerdo a las cuales la materia de que son formados los cuerpos siderales, siempre es en los más alejados, de una especie más liviana que en los cercanos, lo que necesariamente debe producir la misma relación en las criaturas que en ellos nacen y viven.

Hemos establecido una comparación entre la calidad de la materia por la cual los seres razonables están esencialmente unificados con el planeta, y por la introducción de estas consideraciones es fácil suponer que estas relaciones tendrán también sus consecuencias en lo referente a la calidad natural de la materia de la máquina que habitan, podremos concluir con una suposición más que probable *que la calidad de los seres razonables, la velocidad*

de sus concepciones, la claridad y vivacidad de los conceptos que reciben por impresión exterior, finalmente la rapidez en la verdadera acción, en una palabra, toda la extensión de su perfección está sometida a cierta regla de acuerdo a la cual aquéllos son de mayor calidad y perfección en la proporción de la distancia de sus residencias del Sol.

Como esta relación tiene un grado de verosimilitud que no está lejos de una certeza establecida, encontramos un campo abierto para agradables suposiciones que nacen de la comparación de las calidades de estos diversos habitantes. La naturaleza humana que en la escala de los seres ocupa, por decirlo así, el peldaño del medio, se va entre los dos límites extremos de la perfección en el justo medio, alejado igualmente de ambos extremos. Si la idea de las clases más sublimes de seres razonables que habitan Júpiter o Saturno, incita sus celos y los humilla por el reconocimiento de su propia bajeza, puede satisfacerlos nuevamente y tranquilizarlos el aspecto de los grados bajos que en los planetas Venus y Mercurio están reducidos muy por debajo de la perfección de la naturaleza humana. ¡Qué visión más asombrosa! De un lado, vemos seres razonables entre los cuales un esquimal o un cafre sería un Newton, y del lado opuesto otros que a éste lo consideran un mono!

Superior Beings, when of late they saw
A mortal Man unfold all Nature's Law,
Admir'd such wisdom in an earthly shape,
And schew'd a *Newton* as we schew an ape [1].

POPE, *An Essay on Man,* Epistle II.

¡A qué progreso en el conocimiento no llegará la inteligencia de aquellos seres felices en las superiores esferas del cielo! ¡Qué hermosas consecuencias no tendrá esta iluminación de las inteli-

Cuando vieron los Seres Supremos
A un hombre mortal descifrar las leyes de la Naturaleza,
Admiraron tanta sabiduría en una figura terrenal,
Y miraron a *Newton* como nosotros miramos a un mono.

gencias sobre su calidad moral! Las comparaciones de la inteligencia, una vez alcanzados los grados necesarios de totalidad y claridad, ofrecen alicientes más vivos que las seducciones sensuales y son capaces de dominarlas a éstas victoriosamente. ¡Con qué esplendor no se pintará la deidad misma que se pinta en todas las criaturas, en aquellos seres razonables que como un mar no removido por las tempestades de las pasiones reciben y reflejan tranquilamente su imagen! No extenderemos estas suposiciones más allá de los límites indicados para un tratado físico y sólo anotaremos una vez más la ya citada analogía que: la perfección del mundo espiritual tanto como la del material, crece y progresa en los planetas, desde Mercurio hasta Saturno, o tal vez, más allá de él (si es que existen más planetas), en una justa graduación en la proporción de sus distancias del Sol.

Mientras todo ello en parte fluye naturalmente y en parte es ocasionado convenientemente por las consecuencias de la relación física de sus residencias con respecto al centro del mundo, confirma por otra parte el aspecto real de las disposiciones más eximias y más adecuadas a la especial perfección de estos seres en las regiones superiores la citada regla con tanta claridad que casi puede pretender ser una convicción absoluta. La rapidez de las acciones que es característica de un ser sublime, se adapta mejor que la lentitud de seres perezosos e imperfectos al rápido cambio de los períodos de tiempo en aquellas esferas.

Los telescopios nos enseñan que el cambio de día y noche se realiza en Júpiter en diez horas. ¿Cómo se arreglaría en estas disposiciones un habitante de la Tierra transplantado a aquel planeta? Las diez horas alcanzarían apenas para aquel reposo que esta burda máquina necesita para su restauración por el sueño. ¿Cuánta parte del tiempo siguiente no exigiría la preparación de las ocupaciones de la vida activa, el vestirse, el tiempo que se emplea en comer, y cómo no habría de ser distraída e inservible a cualquier trabajo útil una criatura cuyas acciones se realizan tan lentamente, si las horas de trabajo son interrumpidas de repente por la entrada de una noche de la misma duración? En cambio, si Júpiter está habitado por seres más perfectos que a una formación más fina

reúnen más fuerzas elásticas y una mayor rapidez en la ejecución, se puede creer que estas cinco horas valen para ellos lo mismo o más que las doce horas del día para esta clase inferior de hombres. Sabemos que la necesidad de tiempo es algo relativo y sólo puede ser conocida y comprendida comparando la magnitud de lo realizado con la velocidad de la ejecución. Por lo tanto, el mismo tiempo que para una especie de seres es algo como un momento, puede ser para otra especie un período largo en que se desarrolla gracias a la rápida ejecución de una larga serie de cambios. De acuerdo al probable cálculo de su rotación que hemos expuesto más arriba, Saturno tiene una alteración aún mucho más rápida de día y noche y permite por lo tanto suponer en la naturaleza de sus habitantes facultades aún más maravillosas.

Al final, todo concuerda para confirmar la ley citada. Evidentemente, la naturaleza ha extendido sus reservas con mayor abundancia en el lado opuesto del mundo. Las lunas que recompensan los diligentes seres de estas regiones felices al reemplazar suficientemente la carencia de la luz del día, existen allí en mayor cantidad, y la naturaleza parece haber procurado de prestar toda ayuda a su actividad, para que casi ningún tiempo sea un obstáculo para ella. Júpiter tiene, en lo que se refiere a las lunas, una evidente ventaja sobre todos los planetas inferiores, y a él lo aventaja a su vez Saturno cuyas disposiciones del hermoso y útil anillo que lo rodea hacen probables mayores ventajas en sus condiciones, mientras los planetas inferiores donde estos atributos serían un despilfarro inútil puesto que su especie es más bien vecina de la irracionalidad, participan en nada o sólo en muy poco de estas ventajas.

Para adelantarme a una observación que podría reducir a nada toda esta citada coincidencia, diré que la mayor distancia del sol, fuente de la luz y de la vida, no puede ser considerada como un mal contra el cual la grandiosidad de aquellas disposiciones en los planetas más alejados sólo sería un pretexto para remediarlo en algo, como tampoco se puede argüir que los planetas superiores tendrían una posición menos ventajosa en el edificio mundial y una ubicación contraria a la perfección de sus institu-

ciones, puesto que sólo reciben del Sol una influencia menor. Porque sabemos que la eficacia de la luz y del calor no es determinada por su intensidad absoluta, sino por la capacidad de la materia de aceptarla y de ofrecer a su impulso mayor o menor resistencia, y que por consecuencia la misma distancia que para especie de materia burda puede ser llamada un clima moderado, puede disolver materias más sutiles y ser para ellas de perjudicial violencia. Por lo tanto sólo hace falta una materia más fina, compuesta de elementos más ágiles, para convertir las distancias de Júpiter o Saturno del Sol en posiciones ventajosas.

Finalmente, la perfección de los seres en aquellas regiones superiores del cielo parece, debido a una vinculación física, estar unida a una duración digna de ella. La decadencia y la muerte no pueden atacar a estos seres sublimes en la misma medida que a nosotros que somos seres inferiores. La misma inercia de la materia y la burda calidad de los elementos que en los grados inferiores son el principio específico de su humillación, es también la causa de la tendencia que tienen hacia la destrucción. Cuando los humores que alimentan y hacen crecer al animal y al hombre al incorporarse entre sus pequeñas fibras y agregarse a su masa, ya no pueden ampliar en extensión sus vasos y canales, es decir cuando el crecimiento ya está terminado, entonces estos humores alimenticios incorporados, obedeciendo al impulso mecánico que se emplea para alimentar el animal, han de estrechar la cavidad de sus vasos y taparla, arruinando paulatinamente la estructura de toda la máquina con una rigidez cada vez mayor. Aun cuando la mortandad socave también las naturalezas más perfectas, es de creer que la ventaja de la fineza de la materia, de la elasticidad de los vasos y de la liviandad y eficacia de los humores que entran en la formación de aquellos seres más perfectos, habitantes de los planetas lejanos, detendrá esta caducidad que es una consecuencia de la inercia de la materia burda, por un tiempo mucho mayor y dará a estas criaturas una duración proporcionada a su perfección, de igual modo que la caducidad de la vida de los hombres tiene una justa proporción a su insignificancia.

No puedo abandonar esta consideración sin adelantarme a una duda que de una manera natural podría nacer de la comparación de estas opiniones con nuestras afirmaciones anteriores. En las disposiciones del edificio mundial hemos reconocido en la cantidad de los satélites que iluminan los planetas de los círculos más lejanos, en la velocidad de las rotaciones y en la proporción existente entre la materia de su composición y la eficiencia del Sol, la sabiduría de Dios que ha ordenado todo así en beneficio de los seres razonables que los habitan. ¿Pero cómo se podría ahora hacer concordar con la teoría de los designios una teoría mecánica por la que todo lo que proyectó la misma Sabiduría Suprema, ha sido encargado a la materia bruta, y al régimen de la providencia entregado para su ejecución a la naturaleza antes abandonada a sí misma? ¿No sería lo primero más bien una confesión que el ordenamiento del edificio mundial no ha sido desarrollado por las leyes generales de la naturaleza?

Se disipará fácilmente esta duda al recordar lo que con el mismo propósito ha sido dicho anteriormente. ¿No es inevitable que la mecánica de todos los movimientos naturales tenga una tendencia esencial hacia todas aquellas consecuencias que coinciden bien con el proyecto de la suprema razón en toda la extensión de las combinaciones? ¿Cómo es posible que intente desviarse y se distraiga libremente en su proceder, si todas sus calidades, de las que derivan estas consecuencias, están determinadas por la idea eterna de la razón divina en la que necesariamente todo tiene que relacionarse y concordar entre sí? Pensándolo bien, ¿cómo se puede justificar el criterio según el cual se considera a la naturaleza como un sujeto rebelde que sólo por una especie de imposición que limita su libre actuación, puede ser mantenido en la vía del orden y de la armonía común, a no ser que se opine que ella sea un principio autónomo cuyas calidades no reconocen causa y al que Dios en la medida de lo posible trata de obligar a entrar en el plan de sus designios? Cuanto mejor se conozca a la naturaleza, tanto mejor se comprenderá que las calidades generales de las cosas no son ajenas y separadas entre ellas. Existirán entonces suficientes motivos para comprender que poseen afinidades esenciales por las que

se disponen por sí mismas a ayudarse mutuamente, en establecer constituciones perfectas, que hay mutua relación entre los elementos en beneficio de la belleza del mundo material y también al mismo tiempo del progreso del mundo espiritual, y que en general las naturalezas aisladas de las cosas forman en el campo de las verdades eternas algo como un sistema en el que una está relacionada con la otra; se observará, además, muy pronto, que la afinidad entre ellas proviene de la comunidad de origen de donde derivan todas sus determinaciones esenciales.

Y para aplicar esta repetida consideración a la finalidad propuesta: las mismas leyes generales del movimiento que han indicado a los planetas superiores un lugar más alejado del centro de la atracción y gravedad en el sistema mundial, los ha colocado al mismo tiempo en la condición más ventajosa para realizar sus formaciones en el mayor alejamiento del punto de relación de la materia burda y además con mayor libertad; pero también los han colocado así en una relación regular con respecto a la influencia del calor que de acuerdo a la misma ley se extiende desde el mismo centro. Siendo estas determinaciones las que hacen que la formación de los cuerpos siderales en estas regiones lejanas sea más expedita, la producción de los movimientos dependientes de ellos más veloces y, en una palabra, el sistema más conveniente, y como finalmente los seres espirituales están en una necesaria dependencia de la materia a la que están personalmente atados, no es ningún milagro que la perfección de la naturaleza haya sido producida por ambos lugares en una sola combinación de las causas y por los mismos motivos. Esta coincidencia, considerándola bien, no es pues nada repentino o sorprendente, y como los seres espirituales han sido entrelazados en la constitución general de la naturaleza material por un idéntico principio, el mundo espiritual será en las esferas lejanas por las mismas causas más perfecto por las que lo es el mundo corpóreo.

Así, en toda la dimensión de la naturaleza, todo está vinculado en una ininterrumpida graduación por medio de la armonía eterna que relaciona entre sí todos los miembros. Las perfecciones de Dios se han manifestado claramente en nuestras escalas

y no son menos maravillosas en las clases más bajas que en las más sublimes.

Vast chain of being! Which from God began,
Natures aethereal, human, ángel, man,
Beast, bird, fish, insect, what no eye can see,
No glass can reach; from Infinite to thee,
From thee to nothing [1].

POPE, *An Essay of Man,* Epist. I.

Hasta ahora hemos perseguido nuestras suposiciones siguiendo como guía las condiciones físicas que las ha mantenido sobre la senda de una razonable similitud. ¿Nos permitiremos alejarnos una vez de esta vía hacia el campo de la imaginación? ¿Quién nos indicará el límite donde caduca la profunda verosimilitud, y más allá del cual empieza el reino de las fantasías arbitrarias? ¿Quién se atreve a contestar la pregunta de si el pecado ejerce su dominio también en los otros globos del edificio mundial, o si la virtud sólo ha erigido allá su régimen?

Die Sterne sind vielleicht ein Sitz verklärter Geister,
Wie hier das Laster herrscht, ist dort die Tugend Meister [2].

VON HALLER.

¿No se necesita cierto estado intermedio entre la sabiduría y la irracionalidad para la desgraciada facultad de poder pecar? ¿Quién sabe si los habitantes de aquellos lejanos cuerpos siderales no son demasiados sublimes y sabios para rebajarse hasta la imprudencia que está implícita en el pecado, mientras que aquellos que habitan

1 Qué cadena en Dios iniciada, qué naturalezas
De celestes y terrestres, de ángeles, hombres y hasta los animales
¡Del serafín al gusano! ¡Oh dimensiones que el ojo
Jamás podrá alcanzar y contemplar,
Desde lo infinito hasta ti, desde ti hasta la nada!

2 Las estrellas son tal vez la sede de espíritus sublimes,
Como aquí reina el vicio, domina allá la virtud.

los planetas inferiores, están atados demasiado firmemente a la materia y provistos de facultades intelectuales demasiado reducidas para poder llevar la responsabilidad de sus acciones ante el tribunal de la justicia. ¿De esta manera, sólo la Tierra y tal vez aun Marte (para que no se nos quite el mísero consuelo de tener compañeros de infortunio) se hallarían en la peligrosa vía intermedia donde la tentación de los alicientes sensuales tienen un fuerte poder de seducción sobre el predominio del espíritu, sin que éste pueda negar aquella facultad que le permite ofrecer resistencia, si no fuese que a su pereza le gustase más dejarse arrastrar por aquéllos, estableciéndose así el peligroso punto intermedio entre la debilidad y la capacidad de resistencia, puesto que los mismos privilegios que lo levantan sobre las clases inferiores, lo colocan en una altura de la cual puede caer infinitamente más bajo que aquéllas. En efecto, los dos planetas, la Tierra y Marte, son los dos eslabones medianos del sistema planetario, y de sus habitantes se puede suponer no sin probabilidad un estado intermedio entre los dos puntos terminales tanto en sus calidades físicas como en las morales; pero prefiero dejar esta consideración a aquellos que se hallan mejor dispuestos a tranquilizarse con un conocimiento indemostrable y a cargar con su responsabilidad.

CONCLUSIÓN

No sabemos ni siquiera con certeza lo que el hombre actualmente es en realidad, aunque la conciencia y los sentidos deberían enseñársenos, y ¡cuánto menos podremos adivinar lo que será en el futuro! Sin embargo, la curiosidad del alma humana se adelanta con ansia hacia este tema tan lejano y trata de alcanzar alguna luz sobre éstos tan oscuros conceptos.

¿Habría de quedar el alma inmortal atada a este punto del espacio mundial, a nuestra Tierra, por toda la infinidad de su duración futura que el sepulcro mismo no interrumpe sino sólo transforma? ¿No llegaría nunca a participar de una visión más cercana de los restantes milagros de la creación? ¿Quién sabe si no está predestinada a conocer de cerca alguna vez aquellos globos lejanos del edificio mundial y la perfección de sus instituciones que ya desde lejos incitan tanto su curiosidad? Tal vez se están formando algunos cuerpos más del sistema planetario para prepararnos nuevas residencias en otros cielos cuando se haya cumplido por completo el tiempo que nos ha sido indicado aquí para nuestra permanencia. ¿Quién sabe si aquellos satélites giran alrededor de Júpiter sólo para iluminarnos alguna vez a nosotros?

Es permitido y es decente deleitarse con tales concepciones, pero nadie basará la esperanza de lo futuro sobre imágenes tan inseguras de la fantasía. Después que la vanidad habrá exigido su parte de la naturaleza humana, el espíritu inmortal se levantará con veloz impulso sobre todo que es finito y continuará su existencia en un nueva relación con respecto a toda la naturaleza que nace de una unión más íntima con el Ser Supremo. En adelante, este Ser más elevado que lleva en sí mismo la fuente de la felicidad,

no se distraerá más entre las cosas exteriores para buscar en ellas una tranquilidad. La esencia entera de las criaturas que tiene una necesaria coincidencia en la satisfacción del Ser Supremo primitivo, debe tenerla también en la suya y no se exteriorizará de otra manera que con permanente contento.

En efecto, después de llenar su ánimo con éstas y las anteriores consideraciones, el aspecto de un cielo estrellado en una noche serena procura una especie de deleite que sólo sienten almas nobles. En la tranquilidad general de la naturaleza y el reposo de los sentidos, la oculta capacidad cognoscitiva del espíritu inmortal habla un lenguaje inefable y ofrece conceptos sin desarrollar que bien pueden ser sentidos, pero no descriptos. Si entre las criaturas razonables de este planeta hay seres infames que no obstante todos los alicientes con que un tema tan grande puede atraerlos, se aten firmemente a la servidumbre de la vanidad, ¡cuán desgraciado es este globo de haber podido producir criaturas tan miserables! ¡Pero cuán feliz es al mismo tiempo, porque bajo las más aceptables condiciones le está abierto un camino para llegar a la felicidad y altura infinitamente superiores a los privilegios que la más ventajosa institución de la naturaleza puede alcanzar en todos los cuerpos siderales!

FIN

APÉNDICE

LA HIPÓTESIS COSMOGÓNICA DE LAPLACE

[ORIGEN DEL SISTEMA SOLAR]

Para remontarse a la causa de los movimientos primitivos del sistema planetario se tienen [. . .] los cinco fenómenos siguientes: los movimientos de los planetas en el mismo sentido, y casi en el mismo plano; los movimientos de los satélites en el mismo sentido que los de los planetas; los movimientos de rotación de estos diferentes cuerpos y del Sol, en el mismo sentido que sus movimientos de proyección y en planos poco diferentes; la escasa excentricidad de las órbitas de los planetas y de los satélites; y finalmente, la gran excentricidad de las órbitas de los cometas, aunque sus inclinaciones hayan sido abandonadas al azar.

Que yo sepa, ha sido Buffon el único que después del descubrimiento del verdadero sistema del mundo ha tratado de remontarse al origen de los planetas y sus satélites. Supone Buffon que un cometa, cayendo sobre el Sol, ha apartado un torrente de materia que se juntó a lo lejos, en diversos globos más o menos grandes y más o menos alejados de este astro: una vez enfriados estos globos se hicieron opacos y sólidos constituyendo los planetas y satélites.

Esta hipótesis satisface al primero de los cinco fenómenos precedentes, pues es claro que todos los cuerpos así formados deben moverse aproximadamente en el plano que pasaba por el centro del Sol y por la dirección del torrente de materia que los ha producido; pero los otros cuatro fenómenos me parecen inexplicables por este medio.

1 Texto de la Nota VII y última de la obra de Laplace *Exposition da Système du Monde*. Traducción de la sexta edición, ed. Bachelier. París, 1835. Se han suprimido dos breves referencias a capítulos anteriores de la obra intercalando el signo [. . .], que eran innecesarias para la comprensión del texto. *(Nota del Editor)*.

En verdad, el movimiento absoluto de las moléculas de un planeta, debe ser entonces dirigido en el sentido del movimiento de su centro de gravedad; pero de ninguna manera se deduce que el movimiento de rotación del planeta esté dirigido en el mismo sentido: así, la Tierra podría girar de oriente a occidente y sin embargo el movimiento absoluto de cada una de sus moléculas estaría dirigido de occidente a oriente; lo cual debe aplicarse al movimiento de revolución de los satélites, cuya dirección en la hipótesis que estamos tratando no es necesariamente la misma que la del movimiento de proyección de los planetas.

Un fenómeno, no sólo muy difícil de explicar con esta hipótesis, sino que le es contrario, es la escasa excentricidad de las órbitas planetarias. Se sabe por la teoría de las fuerzas centrales, que si un cuerpo que se mueve en una órbita entrante alrededor del Sol, rasa la superficie de este astro, volverá a hacerlo constantemente en cada una de sus revoluciones; de donde se deduce que si los planetas habían sido primitivamente desprendidos del Sol, lo tocarían en cada vuelta alrededor de este astro, y sus órbitas lejos de ser circulares, serían muy excéntricas. Es cierto que un torrente de materia, apartado del Sol, no puede ser comparado exactamente con un globo que rasa su superficie: el impulso que reciben entre sí las partes de este torrente, y la atracción recíproca que mutuamente se ejercen, pueden, cambiando la dirección de sus movimientos, alejar sus perihelios del Sol. Pero sus órbitas deberían ser siempre muy excéntricas, o al menos, no hubieran podido tener todas pequeñas excentricidades, sino por obra del azar más extraordinario. En fin, no se ve en modo alguno con la hipótesis de Buffon, porqué las órbitas de más de cien cometas ya observadas son todas muy alargadas: esta hipótesis está muy lejos, por consiguiente, de satisfacer a los fenómenos precedentes. Veamos si es posible elevarse hasta su verdadera causa.

Cualquiera que sea la naturaleza de este origen, puesto que ha producido o dirigido los movimientos de los planetas, es necesario que haya abrazado a todos estos cuerpos; y dada las prodigiosas distancias que los separaran, no puede haber sido sino un fluido de inmensa extensión. Para haberles dado en el mismo sentido, un mo-

vimiento casi circular alrededor del Sol, es necesario que el fluido haya rodeado a este astro, como una atmósfera. La consideración de los movimientos planetarios nos conduce luego a pensar que en virtud de un calor excesivo, la atmósfera del Sol se extendió primitivamente más allá de las órbitas de todos los planetas, y que se comprimió sucesivamente, hasta sus límites actuales.

En el estado primitivo en el que suponemos al Sol, se parecía a las nebulosas que el telescopio nos muestra compuestas de un núcleo más o menos brillante, rodeado de una nebulosidad que, condensándose en la superficie del núcleo, lo transforma en estrella. Si se concibe, por analogía, a todas las estrellas formadas de esta manera, se puede imaginar su estado anterior de nebulosidad, precedido él mismo por otros estados en los cuales la materia nebulosa era de más en más difusa, siendo el núcleo cada vez menos luminoso. Se llega así, remontándose tan lejos como sea posible, a una nebulosidad difusa hasta tal punto, que apenas se podría sospechar su existencia.

Desde hace tiempo la disposición particular de algunas estrellas visibles a simple vista, ha impresionado a los observadores filósofos. Mitchel ha destacado ya cuán poco probable es que las estrellas de las Pléyades, por ejemplo, hayan sido encerradas en el estrecho espacio que las contiene, por la simple casualidad del azar; y ha opinado que este grupo de estrellas y los grupos semejantes que el cielo nos presenta, son los efectos de una causa primitiva o de una ley general de la naturaleza. Estos grupos son un resultado necesario de la condensación de las nebulosas de varios núcleos; pues es visible que la materia nebulosa estando atraída sin cesar por estos diversos núcleos deben formar, andando el tiempo, un grupo de estrellas, análogo al de las Pléyades. La condensación de las nebulosas con dos núcleos, formará semejantemente estrellas muy próximas, girando una alrededor de la otra, tal como sucede en las estrellas dobles en los cuales se han reconocido ya los movimientos respectivos.

Pero ¿cómo ha determinado la atmósfera solar los movimientos de rotación y de revolución de los planetas y de los satélites? Si estos cuerpos habían penetrado profundamente en esta atmósfera, su

resistencia los habría hecho caer sobre el Sol; se puede, pues, conjeturar que los planetas han sido formados en estos límites sucesivos, por la condensación de las zonas de los vapores, que ha debido abandonar, al enfriarse, en el plano de su ecuador [...]

La atmósfera del Sol no puede extenderse indefinidamente: su límite es el punto en el cual la fuerza centrífuga debido a su movimiento de rotación equilibra al peso. Ahora bien, a medida que el enfriamiento estrecha la atmósfera, y condensa en la superficie del astro las moléculas que le son próximas, aumenta el movimiento de rotación; pues en virtud del principio de las áreas, siendo constante la suma de las áreas descriptas por el radio vector de cada molécula del Sol y de su atmósfera, y proyectadas sobre el plano de su ecuador, la rotación debe ser más rápida, cuando estas moléculas se acercan al centro del Sol.

La fuerza centrífuga debida a este movimiento, se hacía así más grande; el punto en el que la gravedad le es igual está más cerca de este centro. Suponiendo, pues, como es natural admitir, que la atmósfera se haya extendido en una época cualquiera, hasta su límite, ha debido — al irse enfriando — abandonar las moléculas situadas en este límite y en los límites sucesivos producidos por el incremento de la rotación del Sol. Estas moléculas abandonadas han continuado circulando alrededor de este astro, puesto que su fuerza centrífuga estaba equilibrada por su peso. Pero como no se verificaba esta igualdad con respecto a las moléculas atmosféricas situadas en los paralelos del ecuador solar, éstas se han aproximado por su peso a la atmósfera a medida que ella se condensaba y no han dejado de pertenecer a la misma en tanto que por este movimiento no se hubieran aproximado ya a ese ecuador.

Consideremos ahora las zonas de vapores abandonadas sucesivamente. Según toda verosimilitud, estas zonas han debido formar por la condensación y atracción mutua de sus moléculas, diversos anillos concéntricos de vapores, circulando alrededor del Sol. El frotamiento mutuo de las moléculas de cada anillo ha debido acelerar unos y retardar otros, hasta que hubieran adquirido un mismo movimiento angular. De este modo, las velocidades reales de las moléculas más alejadas del centro del astro han sido más grandes. La

causa siguiente ha debido aún contribuir a esta diferencia de velocidades. Las moléculas más distantes del Sol, y que por efecto del enfriamiento y de la condensación, se han aproximado para formar la parte superior del anillo, han descripto siempre áreas proporcionales a los tiempos, puesto que la fuerza central de la que están animados, ha sido dirigida constantemente hacia este astro. Ahora bien, esta constancia de las áreas exige un incremento de velocidad, a medida que estas moléculas se van aproximando. Se ve que la misma causa ha debido disminuir la velocidad de las moléculas que se han elevado hacia el anillo, para formar su parte inferior.

Si todas las moléculas de un anillo de vapores, continúan condensándose sin desunirse, formarán al cabo del tiempo un anillo líquido o sólido. Pero la regularidad que exige esta formación en todas las partes del anillo y en su enfriamiento, ha debido hacer extremadamente raro este fenómeno. También el sistema solar no ofrece más que un solo ejemplo, el de los anillos de Saturno. En casi todos los casos, cada anillo de vapores ha debido romperse en varias masas que, movidas con velocidades muy poco diferentes, han continuado circulando a la misma distancia alrededor del Sol. Estas masas han debido tomar una forma esferoidal, con un movimiento de rotación dirigido en el sentido de su revolución, puesto que sus moléculas inferiores tenían menos velocidad real que las superiores y así se han formado varios planetas al estado de vapores. Pero si uno de ellos ha sido bastante potente como para reunir sucesivamente por su atracción, a todos los otros alrededor de su centro, el anillo de vapores habrá sido transformado de este modo en una sola masa esferoidal de vapores, que circula alrededor del Sol y con una rotación dirigida en el sentido de su revolución.

Este último caso ha sido el más común: sin embargo el sistema solar nos ofrece el primer caso, en los cuatro pequeños planetas que se mueven entre Júpiter y Marte, a menos que no se suponga con Olbers, que formaban primitivamente un solo planeta al cual una fuerte explosión ha dividido en varias partes animadas con diferentes velocidades.

Si seguimos ahora los cambios que un enfriamiento ulterior ha debido producir en los planetas vaporosos, cuya formación aca-

bamos de concebir, veremos nacer en el centro de cada una de ellas, un núcleo incrementándose sin cesar, por la condensación de la atmósfera que la rodea. En este estado, el planeta se parecería perfectamente al Sol en el estado de la nebulosa, que acabamos de considerar; el enfriamiento ha debido producir, pues, en los diversos límites de su atmósfera, fenómenos semejantes a los que hemos descripto, es decir, anillos y satélites que circulan alrededor de su centro, en el sentido de su movimiento de rotación, y girando en el mismo sentido sobre sí mismos. La distribución regular de la masa de los anillos de Saturno, alrededor de su centro y en el plano de su ecuador, resulta naturalmente de esta hipótesis y sin ella, resulta inexplicable: estos anillos me parecen ser pruebas siempre subsistentes de la extensión primitiva de la atmósfera de Saturno, y de sus sucesivas contracciones. De este modo los singulares fenómenos de la escasa excentricidad de las órbitas de los planetas y satélites, de la poca inclinación de estas órbitas con respecto del ecuador solar, y de la identidad del sentido de los movimientos de rotación y de revolución de todos estos cuerpos, con el de la rotación del Sol, dimanan de la hipótesis que proponemos, y le dan una gran verosimilitud que aún puede ser aumentada por la siguiente consideración:

Todos los cuerpos que circulan alrededor de un planeta, habiendo sido formados, según esta hipótesis, por las zonas que su atmósfera ha abandonado sucesivamente, y habiendo hecho cada vez más rápido su movimiento de rotación, la duración de este movimiento debe ser menor que la de la revolución de estos diferentes cuerpos; lo que sensiblemente ocurre para el Sol comparado con los planetas [1]. Todo esto ha sido confirmado por las observa-

[1] Kepler, en su obra *De motibus stellae Martis* ha explicado el movimiento de todos los planetas, en un mismo sentido, por medio de especies inmateriales emanadas de la superficie del Sol, y que conservan el movimiento de rotación que tenían en la superficie, imprimiendo este movimiento a los planetas. Él dedujo así que el Sol gira sobre sí mismo en un tiempo menor que el de la revolución de Mercurio, lo cual muy poco después lo reconoció Galileo por la observación. La hipótesis de Kepler es sin duda inadmisible; pero debe destacarse que hizo depender la identidad de la dirección de los movimientos planetarios, de esta rotación del Sol, hasta tal punto parece natural esta tendencia. *(Nota de Laplace.)*

ciones. La duración de la revolución del anillo más próximo de Saturno, es según las observaciones de Herschel, 0d, 438 [1] y la de la rotación de Saturno no es más que Od,427. La diferencia 0d,011 es poco considerable, como debe ser, porque la parte de la atmósfera de Saturno, que la disminución del calor ha depositado en la superficie de este planeta, habiendo sido poco considerable, después de la formación del anillo, y viniendo de una pequeña altura, ha debido aumentar poco la rotación del planeta.

Si el sistema solar se hubiera formado con una regularidad perfecta, las órbitas de los cuerpos que lo componen, serían circunferencias cuyos planos así como los de los diversos ecuadores y anillos, coincidirían con el plano del ecuador solar. Pero se concibe que las innumerables variedades que han debido existir en la temperatura y densidad de las diversas partes de estas grandes masas, han producido las excentricidades de sus órbitas, y las desviaciones d« sus movimientos, del plano de este ecuador.

En nuestra hipótesis los cometas son extraños al sistema planetario. Considerándolos, tal como hemos hecho, como pequeñas nebulosas errantes de sistemas en sistemas solares, y formadas por la condensación de la materia nebulosa esparcida con tanta profusión en el universo, se ve que cuando llegan a la parte del espacio en donde la atracción del Sol es predominante, éste los fuerza a describir órbitas elípticas o hiperbólicas. Pero siendo igualmente posibles sus velocidades en todas las direcciones deben moverse indiferentemente en todos los sentidos y bajo todas las inclinaciones respecto de la eclíptica, lo cual concuerda con lo observado. De este modo resulta que la condensación de la materia nebulosa, por la cual acabamos de explicar, los movimientos de rotación y de revolución de los planetas y de los satélites en el mismo sentido y bajo planos poco diferentes, explica igualmente porque los movimientos de los cometas se desvían de esta ley general.

La gran excentricidad de las órbitas de los cometas, es además un resultado de nuestra hipótesis. Si estas órbitas son elípticas, son

[1] ,438 significa las 438 milésimas del día. Los números que da aquí Laplace no son los actualmente adoptados. *(Nota del Editor.)*

muy alargadas, pues sus ejes mayores son por lo menos iguales al radio de la esfera de la actividad del sol. Pero estas órbitas pueden ser hiperbólicas, y si los ejes de estas hipérbolas no son muy grandes con relación a la distancia media del Sol a la Tierra, el movimiento de los cometas que las describen, parecerá sensiblemente hiperbólico. Sin embargo, sobre cien cometas por lo menos cuyos elementos se poseen, ninguno parece moverse en una hipérbola; es necesario pues que la probabilidad de que resulta una hipérbola sensible, sea extremadamente pequeña con relación a la probabilidad contraría. Los cometas son tan pequeños, que no llegan a ser visibles más que cuando su distancia perihelia es poco considerable. Hasta el presente, esta distancia no ha sobrepasado más que dos veces el diámetro de la órbita terrestre y lo más a menudo ha estado por debajo del radio de esta órbita. Se concibe que para aproximarse tanto al Sol, su velocidad en el momento de la entrada en su esfera de actividad, debe tener una magnitud y una dirección comprendidas entre límites estrechos. Determinando por el cálculo de probabilidades, el cociente de los casos que en estos límites, dan una hipérbola sensible, con los casos que dan una órbita que puede confundirse con una parábola, he encontrado que hay por lo menos seis mil casos favorables contra uno de que una nebulosa que penetra en la esfera de actividad del Sol, de manera de poder ser observada, describirá o una elipse muy alargada, o una hipérbola que por la magnitud de su eje, se confundirá sensiblemente con una parábola, en la parte que se observa: entonces no tiene nada de sorprendente, que hasta ahora, no se hayan reconocido movimientos hiperbólicos.

La atracción de los planetas, y quizás la resistencia de los medios etéreos ha debido cambiar varias órbitas de cometas, en elipses cuyo eje mayor es mucho menor que el radio de la esfera de actividad del Sol. Este cambio puede resultar aún del encuentro de estos astros, pues se desprende de nuestra hipótesis sobre su formación que debe haber un número prodigioso de ellos, en el sistema solar, pudiendo ser observados solamente aquellos que se aproximan bastante al Sol. Se puede creer que un cambio de este tipo ha tenido lugar para la órbita del cometa de 1759, cuyo eje mayor no

sobrepasa más que treinta y cinco veces la distancia del Sol a la Tierra. Un cambio aún más grande han tenido las órbitas de los cometas de 1770 y 1805.

Si algunos cometas han penetrado en las atmósferas del Sol y de los planetas en la época de su formación, han debido caer sobre estos cuerpos describiendo espirales y por su caída desviar a los planos de las órbitas y de los ecuadores de los planetas, del plano del ecuador solar.

Si en las zonas abandonadas por la atmósfera del Sol se han encontrado moléculas demasiado volátiles para unirse entre sí o a los planetas, al continuar circulando alrededor de este astro, deben ofrecer todas las apariencias de la luz zodiacal, sin oponer resistencia sensible a los diversos cuerpos del sistema planetario, sea a causa de su extrema raridad, sea porque su movimiento es poco más o menos el mismo de los planetas que encuentran.

El examen profundo de todas las circunstancias de este sistema aumenta aún la probabilidad de nuestra hipótesis. La fluidez primitiva de los planetas está claramente indicada por el aplastamiento de su forma, conforme a las leyes de la atracción mutua de sus moléculas: está probada además por la Tierra, por la disminución regular del peso, yendo del ecuador a los polos. Este estado de fluidez primitivo al cual se está llevado por fenómenos astronómicos, debe manifestarse en los hechos que nos presenta la historia natural.

Pero para encontrarlos allí, es necesario tomar en consideración la inmensa variedad de combinaciones formadas por todas las sustancias terrestres mezcladas en el estado de vapores, cuando la disminución de la temperatura ha permitido que se unieran sus elementos; es necesario considerar luego los cambios prodigiosos que esta disminución ha debido llevar sucesivamente en el interior y en la superficie de la tierra, en todas sus producciones, en la constitución y la presión de la atmósfera, en los mares y en los cuerpos que han tenido en disolución. En fin, es necesario tomar en consideración los cambios bruscos, tales como las grandes erupciones volcánicas, que han debido perturbar, en diversas épocas, la regularidad de estos cambios. Orientada la geología según este punto de vista

que la vincula a la astronomía, podrá en muchos asuntos, adquirir precisión y certeza.

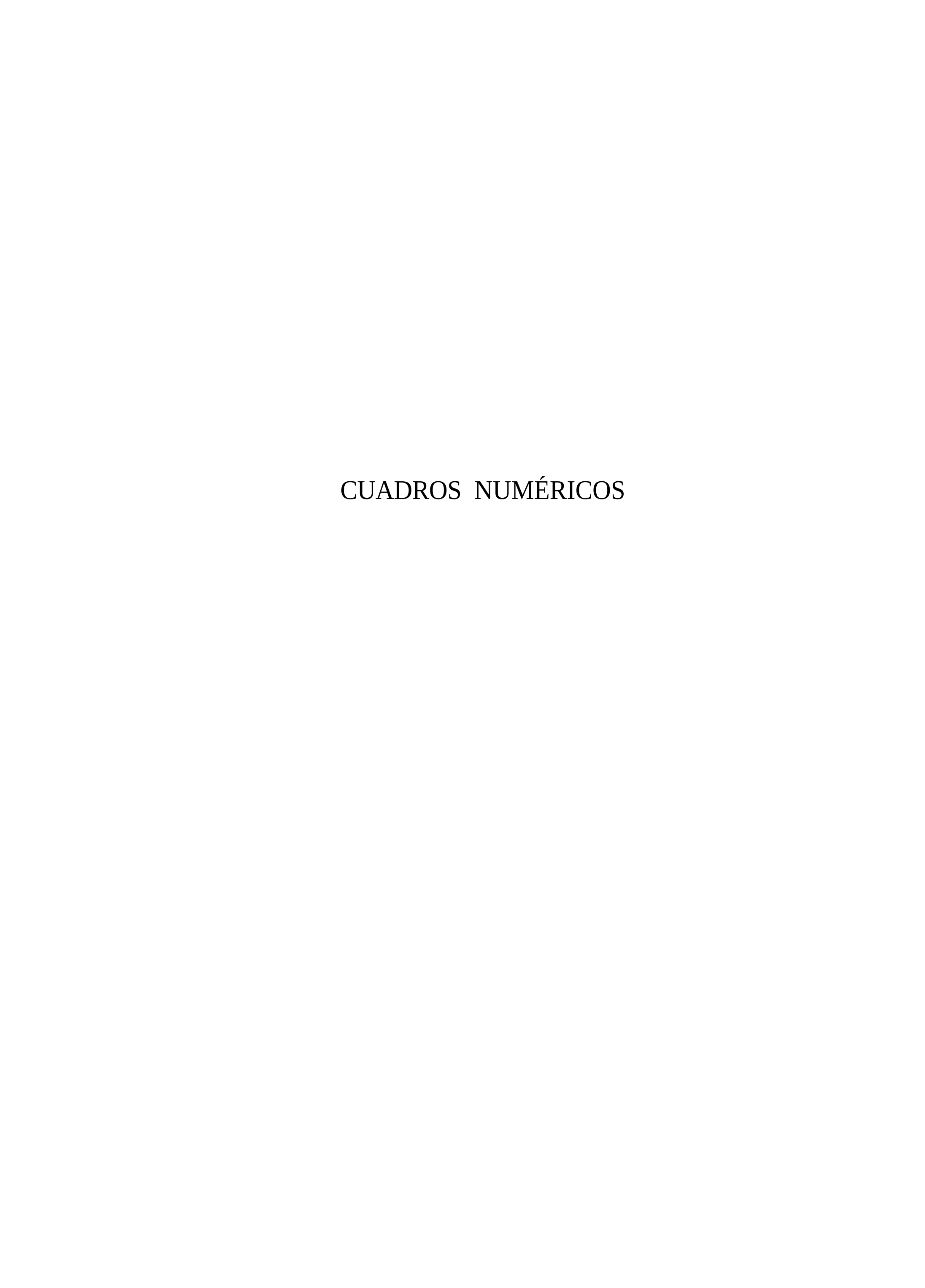
Uno de los fenómenos más singulares del sistema solar es la igualdad rigurosa que se observa entre los movimientos angulares de rotación y de revolución de cada satélite. Se puede apostar infinito contra uno que ello no es en modo alguno, efecto del azar. La teoría de la gravitación universal hace desaparecer este infinito de esta inverosimilitud, mostrándonos que es suficiente para la existencia del fenómeno que en el origen, esos movimientos hayan sido muy poco diferentes. Entonces la atracción del planeta establece entre ellos una perfecta igualdad; pero al mismo tiempo, da nacimiento a una oscilación periódica en el eje del satélite, dirigida hacia el planeta, oscilación cuya amplitud depende de la diferencia primitiva de los dos movimientos. Las observaciones de Mayer sobre la libración de la luna y la que acaban de hacer a mi ruego, sobre el mismo tema, Bouvard y Nicollet, no habiendo permitido reconocer esta oscilación, debe ser muy pequeña la diferencia de la que depende; lo cual indica con gran verosimilitud, una causa especial que primero ha encerrado esta diferencia en límites muy estrechos en los cuales la atracción del planeta ha podido establecer entre los movimientos medios de la rotación y de la revolución, una igualdad rigurosa, y que luego ha terminado por destruir la oscilación que ha hecho nacer esta igualdad. Uno y otro de estos efectos resultan de nuestra hipótesis; pues se concibe que la Luna en estado de vapores, formó en virtud de la atracción potente de la Tierra, un esferoide alargado cuyo eje mayor debía estar dirigido sin cesar hacia este planeta, por la facilidad con la cual los vapores ceden a las más pequeñas fuerzas que las animan. Puesto que la atracción terrestre continuaba actuando de la misma manera, cuando la Luna estaba en estado fluido, al cabo del tiempo, acercándose sin cesar los dos movimientos de este satélite, ha debido eliminar su diferencia, en los límites donde comienza a establecerse su igualdad rigurosa.

Luego, esta atracción ha debido aniquilar poco a poco la oscilación que esta igualdad ha producido en el eje mayor del esferoide, dirigido hacia la Tierra. Es así cómo los fluidos que recubren este planeta, han destruido por su frotamiento y por su resistencia,

las oscilaciones primitivas de su eje de rotación, que ahora no está sujeto más que a la nutación resultante de las acciones del Sol y la Luna. Es fácil convencerse que la igualdad de los movimientos de rotación y de revolución de los satélites ha debido obstaculizar la formación de anillos y satélites secundarios, por las atmósferas de estos cuerpos. También la observación no ha indicado, hasta el presente, nada semejante a esto.

Los movimientos de los tres primeros satélites de Júpiter presentan un fenómeno más extraordinario aún que el precedente, y que consiste en que la longitud media del primero menos tres veces la del segundo más dos veces la del tercero es constantemente igual a dos ángulos rectos. Se puede apostar infinito a uno que esta igualdad no es en modo alguno debida al azar. Pero se ha visto que para producirla, ha sido suficiente que en el origen, los movimientos medios de estos tres cuerpos, se hayan aproximado fuertemente a satisfacer la relación que hace nulo el movimiento medio del primero, menos tres veces el del segundo, más dos veces el del tercero. Entonces su atracción mutua establece rigurosamente esta relación; y además ha igualado constantemente a la semicircunferencia, la longitud media del primer satélite menos tres veces la del segundo, más dos veces la del tercero. Al mismo tiempo ha dado nacimiento a una desigualdad periódica que depende de la pequeña cantidad según la cual los movimientos medios se desvían primitivamente de la relación que acabamos de enunciar. A pesar del mucho cuidado que puso Delambre para reconocer esta desigualdad mediante observaciones, no pudo lograrlo, lo cual prueba su pequeñez extrema y que por consiguiente indica con gran verosimilitud la existencia de una causa que la ha hecho desaparecer. Según nuestra hipótesis, los Satélites de Júpiter, inmediatamente después de su formación, no se han movido en un vacío perfecto: las moléculas menos condensables de las atmósferas primitivas del Sol y del planeta, formaban entonces un medio rarificado donde la diferente resistencia para cada uno de estos astros, ha podido aproximar, poco a poco, sus movimientos medios, a la relación que se trata; y cuando estos movimientos han alcanzado así las condiciones requeridas para que la atracción mutua de los tres satélites estableciera rigurosamente esa

relación, la misma resistencia ha disminuido sin cesar la desigualdad que esta relación ha hecho nacer, y la ha hecho finalmente insensible. No se puede comparar mejor estos efectos que con el movimiento de un péndulo animado de una gran velocidad, en un medio muy poco resistente. Describirá primero un gran número de circunferencias, pero al cabo del tiempo su movimiento de circulación siempre decreciente, se cambiará en un movimiento de oscilación, que disminuyéndose cada vez más, por la resistencia del medio, terminará por aniquilarse; entonces el péndulo habrá llegado al estado del reposo y permanecerá así incesantemente.



CUADROS NUMÉRICOS

CUADRO I

SISTEMA SOLAR

NOMBRE	DISTANCIA MEDIA AL SOL		Duración de la revolución	Duración de la rotación	Diámetros en kilómetros	Excentricidad	Masa * (Tierra = 1)	Densidad ** (Tierra = 1)	Inclinación del plano de su órbita respecto de la elíptica
	Tierra - Sol = 1	En millones de Km							
Mercurio	0,387	58	88 días	88 días	4720	0,20561	0,04	0,7	7°0', 2
Venus	0,723	108	255 días	?	12373	0,00681	0,81	0,88	3°23',6
Tierra	1,000	149	1 año	24 horas	12756	0,01674	1	1	
Marte	1,523	227	1 año, 321 días	24 h. 37 m.	6888	0,09331	0,11	0,72	1°51'
Asteroides (Ceres)	2,766	413	4 años, 61 días	?	770	0,07931	0,00012	0,60	10°36'
Júpiter	5,202	777	11 años, 314 días	9 h. 55 m.	142102	0,04833	316,94	0,24	1°18',4
Saturno	9,539	1426	29 años, 167 días	10 h. 16 m.	119906	0,05589	94,9	0,13	2°29',5
Urano	19,191	2869	84 años, 7 días	10 h.	51024	0,04634	14,66	0,23	0°46',4
Neptuno	30,071	4495	164 años, 280 días	?	54851	0,00900	17,16	0,29	1°46',6
Plutón	39,457	5899	249 años	?	?	0,24864	0,1?		
Sol					1391000		331950	0,26	
Luna			27 días	27 días	3482	0,05490	0,0123	0,60	5°8', 8

* La masa de la Tierra es $5,94 \times 10^{21}$ toneladas.

** La densidad de la Tierra es 5,5 considerando la densidad del agua = 1.

CUADRO II

SATÉLITES

NOMBRE	Diámetro en kilómetros	Distancia al planeta en miles de Km.	Duración de la revolución
Tierra			
I. Luna	3.473	384	27 días 7 horas
Marte			
I. Fobos	12	9	0 día 7 horas
II. Deimos	9	23	1 „ 6 „
Júpiter			
V.	?	181	0 día 11 horas
I. Io	3.800	420	1 „ 18 „
II. Europa	3.100	670	3 „ 13 „
III. Ganimedes	5.600	1.068	7 „ 3 „
IV. Calixto	5.200	1.880	16 „ 16 „
VI.	?	11.400	250 días
VII.	?	11.750	260 „
VIII.	?	23.500	739 „
IX.	?	24.100	745 „
Saturno			
I. Mimas	?	186	0 día 22 horas
II. Enceladus	?	238	1 „ 8 „
III. Tethys	?	295	1 „ 21 „
IV. Dione	?	377	2 „ 17 „
V. Rhea	?	527	4 „ 12 „
VI. Titan	4.100	1.220	15 „ 22 „
VII. Hyperión	?	1.480	21 „ 6 „
VIII. Japetus	?	3.558	79 „ 7 „
IX. Phoebe	?	12.930	550 días
(X. Themis) ?	?	(1.455) ?	(20 días 20 horas) ?
Urano			
I. Ariel	?	192	2 días 12 horas
II. Umbriel	?	267	4 „ 3 „
III. Titania	?	438	8 „ 16 „
IV. Oberón	?	587	13 „ 11 „
Neptuno			
I. Triton	?	354	5 días 21 horas

Este libro se terminó de imprimir el 16 de agosto de 1946, en loa Talleres MACLAND (S. R. L.) Córdoba 3965 • Bs. Aires